

COMMUNE DE PERTUIS (84)

**DIGUE DE PROTECTION CONTRE LES CRUES
DE LA DURANCE**

SECTEURS AEP AMONT ET AVAL

ÉTUDE DE DIAGNOSTIQUE G5

À LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DU SMAVD

LIEU :	DIGUES DE PERTUIS : DIGUES AEP AMONT ET AEP AVAL
COMMUNE :	PERTUIS (84)
OBJET :	DIGUES DE PROTECTION CONTRE LES CRUES DE LA DURANCE – SECTEUR AEP
TYPE DE MISSION	Diagnostic géotechnique G5
CLIENT :	SMAVD
DOSSIER SUIVI PAR :	P. JUAN

CHARGE D'AFFAIRE :	F. FONTAINE
CHEF DE PROJET :	C. MONCHAL
INTERVENANTS	B. BERTHOMÉ
NOMBRE DE PAGES	44 + ANNEXES

Dossier	22-0594_I_1_0	
Indice	Modifications	Date
o	Document initial	24/03/2023
A	Suite à discussions	11/05/2023
B	Correction texte	24/05/2023

Rédacteur : B. BERTHOMÉ
Visa :

Contrôle : C. MONCHAL
Visa :

SOMMAIRE

1	PRESENTATION.....	5
1.1	Introduction.....	5
1.2	Localisation de la zone d'étude :	5
1.3	Présentation du site	6
1.3.1	Tronçon AEP amont	6
1.3.2	Tronçon AEP aval	9
1.4	Objectifs de l'étude G5	10
1.5	Documents de référence	10
1.5.1	Documents fournis par le client	10
1.5.2	Documents de contexte	10
1.5.3	Contexte réglementaire	10
2	CONTEXTE DE SITE	11
2.1	Contexte géologique	11
2.2	Contexte morphologique	11
2.3	Contexte vis-à-vis des risques naturels.....	11
2.3.1	Risque sismique	11
2.3.2	Aléa retrait gonflement des argiles.....	11
2.3.3	Aléa mouvements de terrain	12
2.3.4	Aléa inondation	12
2.4	Enjeux environnementaux et réglementaires.....	12
2.4.1	Environnement.....	12
2.4.2	Loi sur l'eau.....	13
2.5	Données géotechniques existantes	13
3	RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES.....	17
3.1	Synthèse du programme proposé et réalisé	17
3.2	Résultats des reconnaissances et essais	18
3.2.1	Sondages carottés	18
3.2.2	Sondages à la pelle.....	18
3.2.3	Essais de perméabilité in situ	19
3.2.4	Essais en laboratoire	19
4	HYPOTHESES GENERALES DE CALCUL.....	20
4.1	Données de calcul	20
4.1.1	Caractéristiques géotechniques	20
4.1.2	Configuration d'ouvrage et profils de calcul	21
4.1.3	Surcharge	23
4.1.4	Sismicité	23
4.2	Méthode de calcul	24
4.2.1	Modélisation des écoulements internes aux ouvrages.....	25
4.2.2	Calculs de stabilité.....	25
4.2.3	Vérification des digues et des sols d'assise sous rupture hydraulique.....	26
4.3	Stabilité du murs en pierres de taille lors des épisodes de crue	30
4.3.1	Méthode de calcul.....	30
4.3.2	Justifications de calculs à apporter	31
5	RESULTATS DES CALCULS	33
5.1	Secteur AEP amont – Profil PR03-1	33
5.1.1	Modèle de calcul.....	33
5.1.2	Vérification des ruptures d'origine hydraulique	33

5.1.3	Vérification de la stabilité globale des talus	34
5.2	Secteur AEP amont – Profil PR04-1	35
5.2.1	Modèle de calcul.....	35
5.2.2	Vérification des ruptures d'origine hydraulique.....	35
5.2.3	Vérification de la stabilité globale des talus	37
5.2.4	Vérification de la stabilité du mur.....	37
5.3	Secteur AEP aval – Profil PR15.....	41
5.3.1	Modèle de calcul.....	41
5.3.2	Vérification des ruptures d'origine hydraulique.....	41
5.3.3	Vérification de la stabilité globale des talus	42
6	SYNTHESE DES RESULTATS DE CALCULS, AVIS SUR LA STABILITE DE LA DIGUE, PISTE D'AMELIORATION ET ALEAS.....	43
6.1	Synthèse des résultats	43
6.2	Avis sur la stabilité des tronçons de digue	43
6.2.1	Tronçon AEP amont – PR03-1.....	43
6.2.2	Tronçon AEP amont – PR04-1.....	44
6.2.3	Tronçon AEP aval – PR15.....	44
6.3	Études géotechniques complémentaires et aléas	45

ANNEXES

Annexe n°1 : Extrait de la classification des missions géotechniques selon NF P 94-500

Annexe n°2 : Plans et coupes des secteurs d'étude - SMAVD

Annexe n°3 : Résultats des investigations géotechniques et analyses en laboratoire - Fondasol

Annexe n°4 : Résultats des modélisations numériques secteur AEP amont – Profil PR03-1

4.1. Résultats des modélisations numériques Plaxis – Profil PR03-1

4.2. Résultats des modélisations numériques Talren – Profil PR03-1

Annexe n°5 : Résultats des modélisations numériques secteur AEP amont – Profil PR04-1

5.1. Résultats des modélisations numériques Plaxis – Profil PR04-1

5.2. Résultats des modélisations numériques Talren – Profil PR04-1

Annexe n°6 : Résultats des modélisations numériques secteur AEP aval – Profil PR15

6.1. Résultats des modélisations numériques Plaxis – Profil PR15

6.2. Résultats des modélisations numériques Talren – Profil PR15

1 PRÉSENTATION

1.1 INTRODUCTION

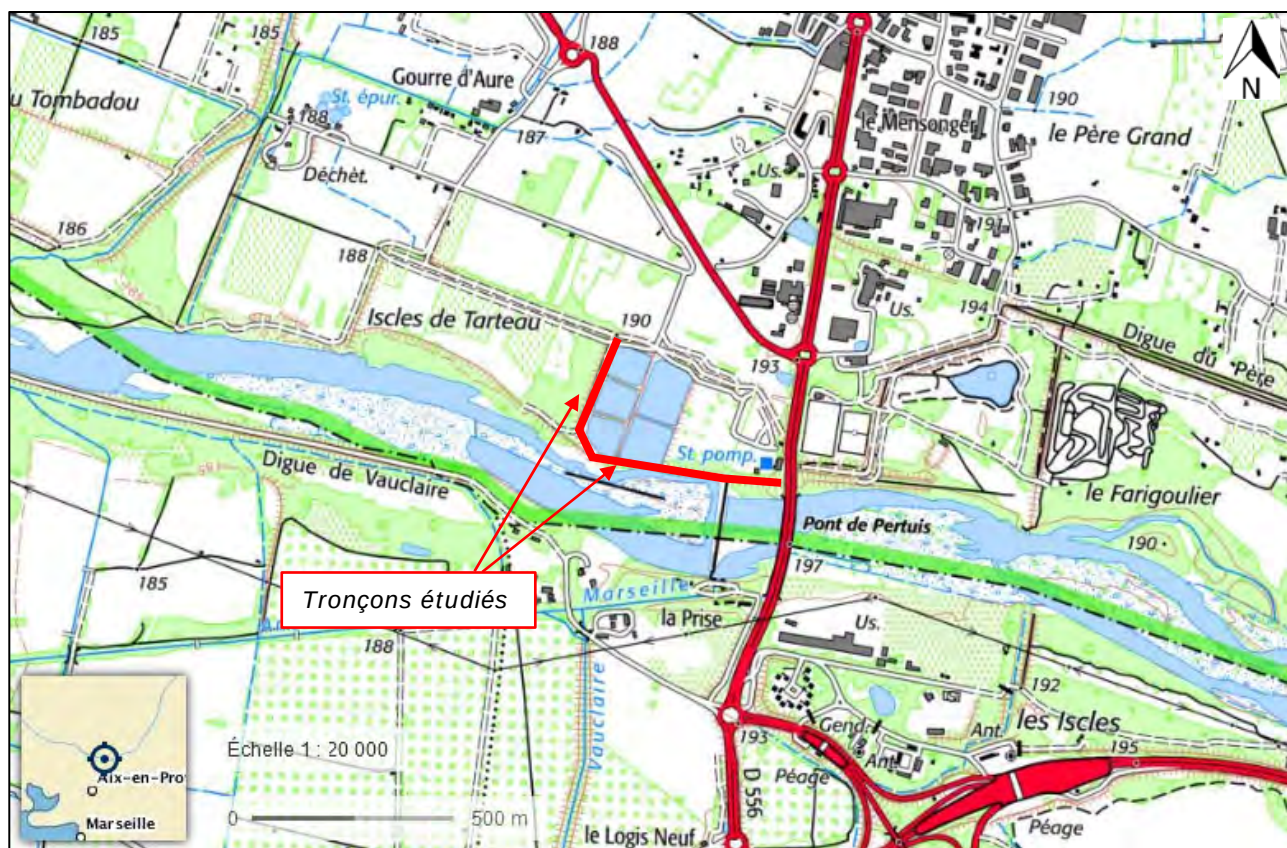
Le présent rapport d'étude a été réalisé par le Bureau d'Ingénieurs - Conseils GEOLITHE à la demande et pour le compte du Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance (SMAVD).

Il s'agit d'une mission de type G5 (Diagnostic Géotechnique) portant sur des ouvrages existants, au sens de la norme NF P 94-500 (« Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications » - Novembre 2013).

Le rapport concerne le diagnostic géotechnique de l'aménagement du système d'endiguement de Pertuis (84) et plus particulièrement l'étude des digues AEP amont et AEP aval.

1.2 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE :

La zone d'étude se situe sur la commune de Pertuis (84) en rive droite de la Durance, entre la RD556 et les Iscles de Tarteau.



Localisation de la zone d'étude sur extrait de carte IGN (source : Géoportail)

Le secteur étudié se compose de deux tronçons de digue : AEP amont et AEP aval. Ils sont localisés sur la vue aérienne présentée ci-dessous :



Localisation des tronçons d'étude sur vue aérienne (source : Géoportail)

1.3 PRÉSENTATION DU SITE

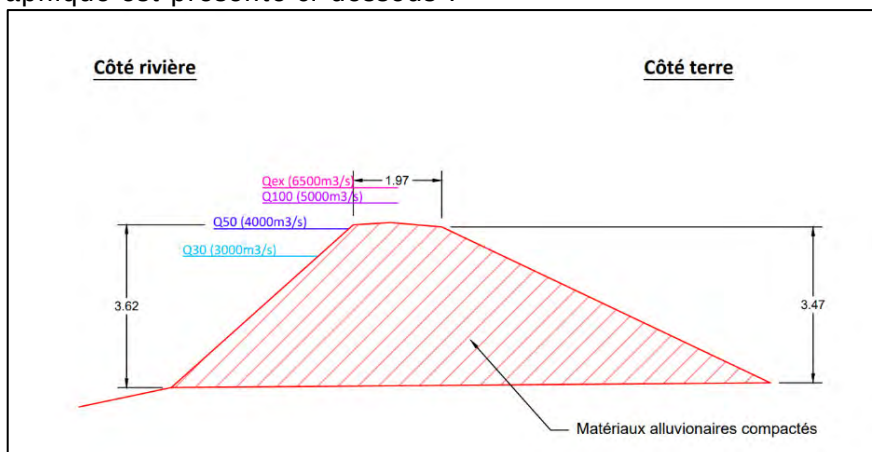
1.3.1 Tronçon AEP amont

Le tronçon AEP amont est situé perpendiculairement au lit de la Durance à l'Ouest de la RD556. Il s'agit d'un tronçon présent sur un linéaire de 520 m environ. D'après les documents transmis par le SMAVD, cette digue présente 3 tronçons avec des géométries distinctes :

- Tronçon homogène AEP1

La digue est composée de matériaux alluvionnaires compactés. L'ouvrage est très boisé. Il présente une largeur en tête de 2 m, une largeur en pied de 13 m environ pour une hauteur de 3,6 m. Les talus sont inclinés avec des pentes de l'ordre de 1H/1V (45°) côtés rivière et 2H/1V (27°) côté terre. Le linéaire de ce tronçon est d'environ 145 m.

Le profil topographique est présenté ci-dessous :

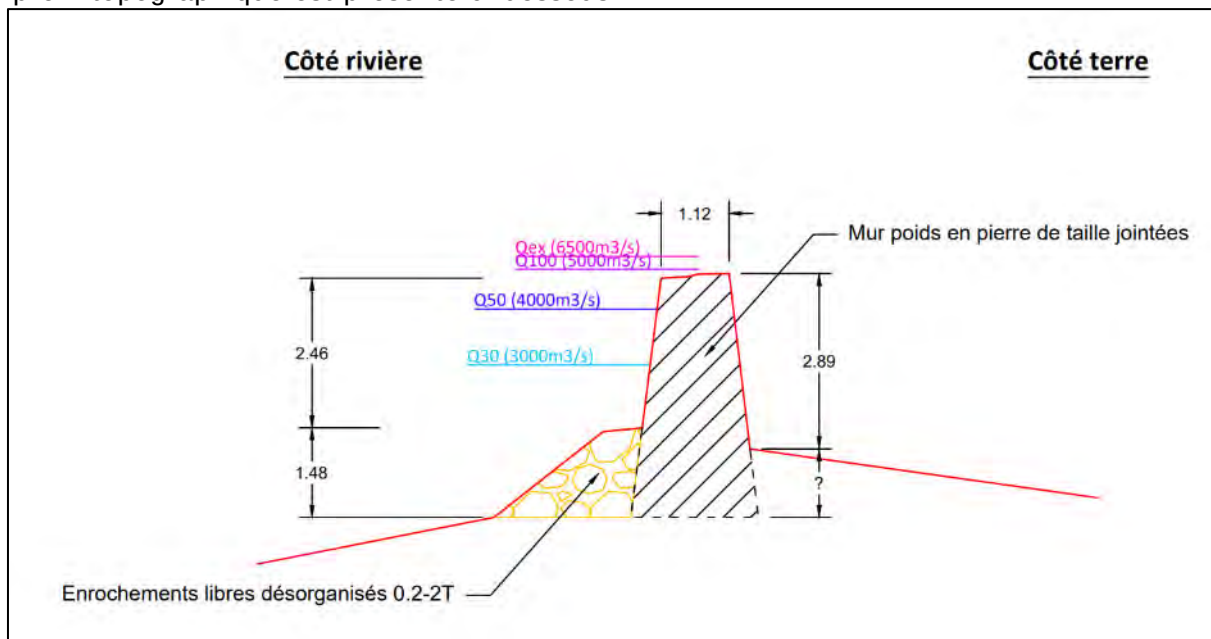


Profil type au droit du tronçon AEP1 de la digue AEP amont

- Tronçon homogène AEP2

La digue est composée d'un mur poids en pierres de taille probablement non jointoyées. La digue de part et d'autre de l'ouvrage est très boisée. Le mur présente une largeur en tête de l'ordre de 1,1 m avec une hauteur visible de 3 m environ et des fruits de parement subverticaux. Des enrochements libres désorganisés mais non visibles sur le terrain du fait la forte végétation sont a priori présents en pied côté rivière du mur. Le linéaire de ce tronçon est d'environ 320 m.

Le profil topographique est présenté ci-dessous :



Profil type au droit du tronçon AEP2 de la digue AEP amont

Photographies du secteur AEP2 de la digue AEP amont :

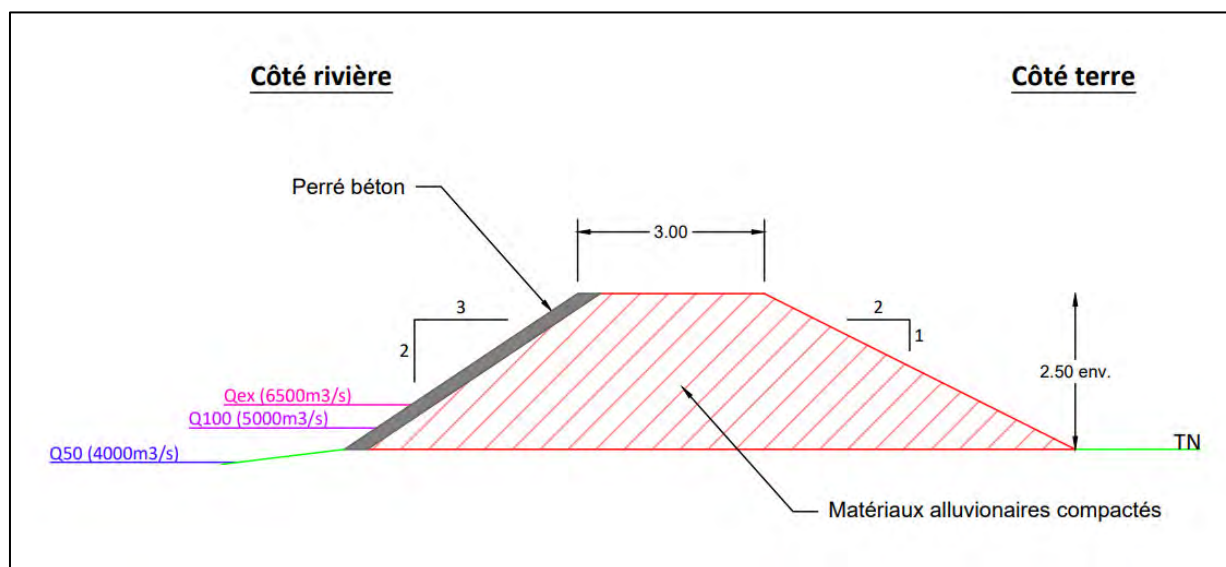


Tête du mur en pierre (à gauche) et parement du mur (à droite)

- Tronçon homogène AEP3

La digue est composée de matériaux alluvionnaires compactés avec un perré en béton altéré côté rivière. L'ouvrage est très végétalisé. Il présente une largeur en tête de 3 m, une largeur en pied de 12 m environ pour une hauteur de 2,5 m. Les talus sont inclinés avec des pentes de l'ordre de 3H/2V (34°) côtés rivière et 2H/1V (27°) côté terre. Le linéaire de ce tronçon est d'environ 80 m.

Le profil topographique est présenté ci-dessous :



Profil type au droit du tronçon AEP3 de la digue AEP amont

Photographies du secteur AEP2 de la digue AEP amont :



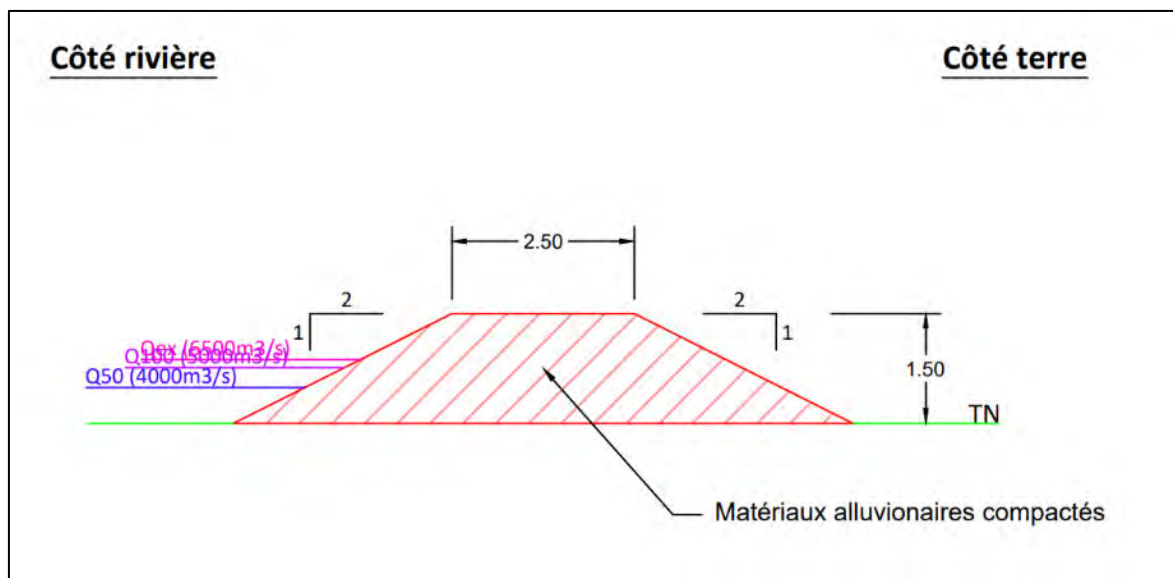
Talus avec perré en béton côté rivière (à gauche) tête de digue (à droite)

1.3.2 Tronçon AEP aval

Le tronçon AEP aval est situé perpendiculairement au lit de la Durance dans le prolongement Ouest du tronçon AEP amont.

Il s'agit d'un remblai présent sur un linéaire de 260 m environ. La digue est composée de matériaux alluvionnaires compactés. L'ouvrage est très boisé. Il présente une largeur en tête de 2,5 m, une largeur en pied de 8,5 m environ pour une hauteur de 1,5 m. Les talus sont inclinés avec des pentes de l'ordre de 2H/1V (27°) des deux côtés de l'ouvrage (rivière et terre).

Le profil topographique est présenté ci-dessous :



Profil type au droit du tronçon AEP4 de la digue AEP aval

Photographies du secteur AEP4 de la digue AEP aval :



Tête de digue avec talus fortement boisé (à gauche et à droite)

1.4 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE G5

L'étude a pour objectifs :

- Fournir les données géologiques et bibliographiques concernant le site d'étude
- Définir un modèle géologique de la zone d'étude et des ouvrages existants
- Établir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade G5 :
 - o Profils de calculs
 - o Modèle géologique
 - o Caractéristiques mécaniques et hydrauliques des terrains
- Exposer les méthodes de calcul ;
- Vérifier la stabilité hydro-mécanique des ouvrages :
 - o Estimer la stabilité interne (calculs hydrauliques) : érosion interne, boulanges, soulèvement du pied aval
 - o Vérifier la stabilité des talus
 - o Estimer la susceptibilité à la liquéfaction des sols
- Établir les conclusions du diagnostic sur la stabilité de la digue en l'état actuel.

1.5 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les documents disponibles pour la présente étude sont :

1.5.1 Documents fournis par le client

- Plan pdf et dwg du site d'étude avec 5 profils en travers type et niveau de crues : BDC 16 annexe Digue AEP amont
- Plan topographique dwg des secteurs AEP amont

1.5.2 Documents de contexte

- Cartes géologiques du BRGM
- Site INFOTERRE du BRGM

1.5.3 Contexte réglementaire

- Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblais – CFBR, octobre 2015
- Recommandations "risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques - rapport à la demande du MEDDE-DGPR version d'octobre 2014
- Kenney T.C. & Lau D. (1985). - Internal stability of granular filters, Canadian Geotechnical Journal et Kenney T.C. & Lau D. (1986). - Internal stability of granular filters: reply, Canadian Geotechnical Journal
- Skempton A.W., Brogan J.M. - Experiments on piping in sandy gravels. Géotechnique, n° 3, p. 440-460, 1994
- Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques" – rapport MEDDE/DGPR d'octobre 2014
- Guide international sur les digues – The International Levee Handbook (2013) version française, 2019 (ISBN 978-2-37180-403-6)
- Décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques
- Article D. 563-8-1 du code de l'environnement, 1^{er} 2011, Zonage sismique de la France

2 CONTEXTE DE SITE

2.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

L'extrait de la carte géologique de la France, feuille n°995 de Pertuis, présente le contexte géologique du site.



Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème, Feuille n°995 de Pertuis

Le site d'étude se trouve sur des alluvions récentes (**Fz**) de la Durance datant du quaternaire. Ils sont composés de cailloutis, de graviers, de sables et de limons duranciens.

2.2 CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

L'ensemble du secteur étudié est situé au sein de la plaine alluviale de la Durance présentant une morphologie relativement homogène et subhorizontale.

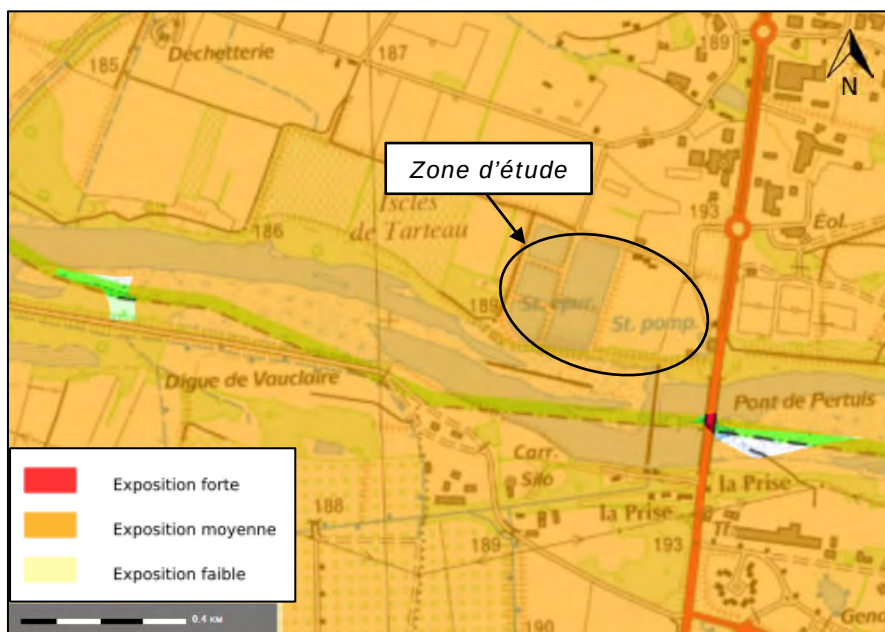
2.3 CONTEXTE VIS-À-VIS DES RISQUES NATURELS

2.3.1 Risque sismique

Conformément à l'article D563-8-1 du code de l'environnement relatif à la délimitation du zonage sismique du territoire français, la commune de Pertuis (84) est située en **zone de sismicité 4** (moyenne).

2.3.2 Aléa retrait gonflement des argiles

La zone d'étude est située en zone d'aléa moyen pour le retrait et gonflement des argiles.



Carte d'exposition au retrait gonflement des argiles (source : Infoterre)

2.3.3 Aléa mouvements de terrain

Aucun mouvement de terrain n'est recensé à moins de 1 km du site d'étude d'après la base de données du BRGM.

2.3.4 Aléa inondation

La commune de Pertuis est soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) :

- Par une crue à débordement lent de cours d'eau, prescrit le 07/12/2018
- Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau, prescrit le 06/07/1999 et approuvé le 23/05/2001

La zone d'étude est située en zone d'interdiction stricte selon zonage réglementaire du PPRN Risque Inondation et en zone de crue de moyenne probabilité selon la carte des Territoires à Risque importants d'Inondations (TRI).

2.4 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET RÉGLEMENTAIRES

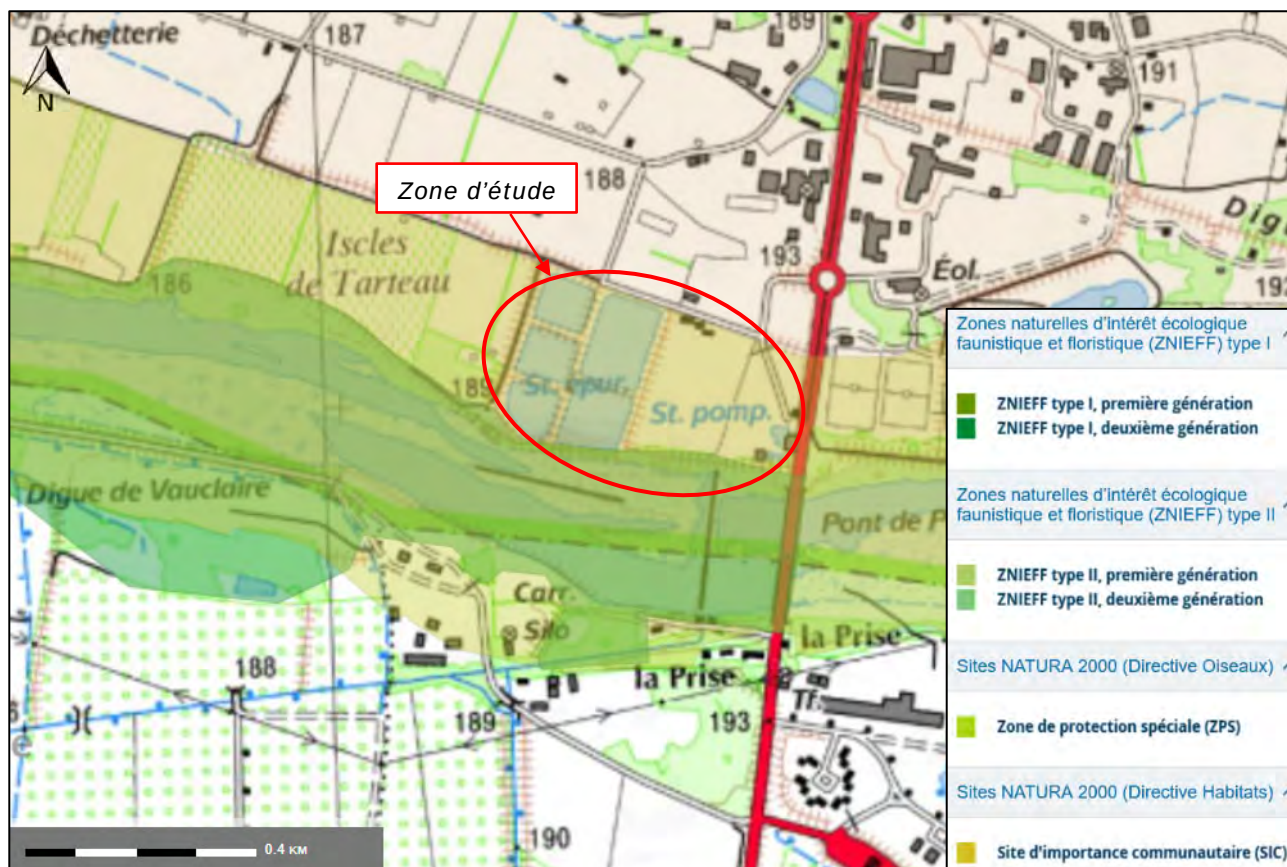
2.4.1 Environnement

L'ensemble de la zone d'étude se situe en zone de :

- Parc naturel régional du Lubéron
- Réserve de la biosphère : Lubéron Lure (zone tampon et zone de transition)
- Site Natura 2000 – Directive Habitats et Directive Oiseaux

Une partie de la zone étudiée (partie Sud : Epi du Mulet, Epi de Corrèze et Epi 19) est située en zone :

- ZNIEFF type I et II



Catre des espaces protégées (source : Infoterre)

2.4.2 Loi sur l'eau

Conformément à l'article R214-1 du code de l'environnement, la Durance est soumise à la loi sur l'eau.

2.5 DONNÉES GÉOTECHNIQUES EXISTANTES

D'après la base de données du sous-sol du BRGM, plusieurs forages et sondages ont été réalisés à proximité de la zone d'étude.

Ils sont localisés sur la carte IGN présentée ci-dessus :



Localisation des sondages de la base de données du sous-sol réalisé à proximité de la zone d'étude sur extrait de carte IGN (source : Géoportail)

2.5.1.1 Ouvrages BSS002HALX(09952X0016/S1)

Un forage de 19,0 m de profondeur a été réalisée en 1947. Il a été réalisé au niveau de l'extrémité Est de la digue étudiée. Il a permis de mettre en évidence la lithologie suivante :

Profondeur (m)	Lithologie	Formation géologique
0.0 à 6.0	Mélange graviers et sables	Remblai quaternaire
6.0 à 9.6	Mélange graviers et sables	Alluvions quaternaire
9.6 à 11.0	Argile bleu mou	Stampien
11.0 à 11.3	Marne brun fossilifère	
11.3 à 13.4	Calcaire argileux gris clair fossilifère	
13.4 à 16.7	Calcaire argileux gris clair	
16.7 à 19.0	Calcaire blanc	

2.5.1.2 Ouvrages BSS002HALN(09952X0007/SO)

Un forage de 2,35 m de profondeur a été réalisée en 1946. Il a été réalisé à environ 300 m au Nord de la digue étudiée. Il a permis de mettre en évidence la lithologie suivante :

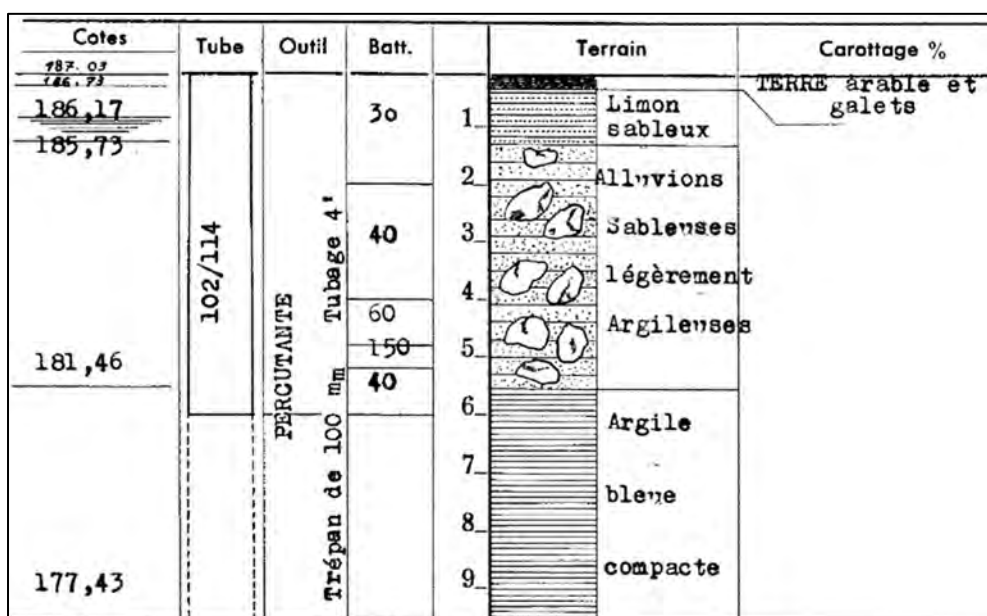
Profondeur (m)	Lithologie
0.00 à 0.90	Terre arable
0.90 à 2.35	Gros galets, enrochement, bois, sable limoneux

2.5.1.3 Ouvrages BSS002HALY (09952X0017/F33)

Un forage de 9,6 m de profondeur avec essais de perméabilité a été réalisé en 1954. Il a ensuite été équipé en piézomètre. Il a été réalisé à environ 200 m au Nord de la zone d'étude. La lithologie suivante a été mise en évidence :

Profondeur (m)	Lithologie	Formation géologique
0.0 à 0.3	Terre arable et galets	Quaternaire
0.3 à 1.3	Alluvions : limons sableux	
1.3 à 5.6	Alluvions sableuses légèrement argileuses	
5.6 à 9.6	Argile bleue compacte	Helvetien

Lors du sondage, le niveau de nappe relevé était de -0,86 m soit 186,17 m NGF en 1954. Deux essais de perméabilité ont également été réalisés en 1954 entre 5,09 m et 6,06 m de profondeur. La perméabilité moyenne obtenue avec ces essais était de $K_{\text{moy}} = 1,96 \text{ m/s}$.



Coupe de sondage – F33 (source : BRGM)

2.5.1.4 Ouvrages BSS002HALM(09952X0006/SO)

Un forage de 8,5 m de profondeur a été réalisé en 1946. Il a été réalisé à environ 75 m à l'Ouest de la zone d'étude. La lithologie suivante a été mise en évidence :

Profondeur (m)	Lithologie
0.00 à 0.90	Terre végétale
0.90 à 1.37	Sable et gravier
1.37 à 2.48	Couche dure, gravier, galets, sable limoneux
2.48 à 4.99	Sable et limon
4.99 à 5.72	Sable et galets limoneux, morceaux d'argile roulés
5.72 à 6.99	Gravier, gros galets, sable limoneux, blocs argile
6.99 à 8.49	Marne lacustre

2.5.1.5 Ouvrages BSS002HALQ(09952X0009/SO)

Un forage de 5 m de profondeur a été réalisé en 1946. Il a été réalisé à environ 160 m à l'Ouest de la zone d'étude. La lithologie suivante a été mise en évidence :

Profondeur (m)	Lithologie
0.0 à 5.0	Sable et gravier
5.0	Rocher calcaire lacustre

2.5.1.6 Ouvrages BSS002HALP(09952X0008/SO)

Un forage de 5,5 m de profondeur a été réalisé en 1946. Il a été réalisé à environ 230 m à l'Ouest de la zone d'étude. La lithologie suivante a été mise en évidence :

Profondeur (m)	Lithologie
0.0 à 5.5	Sable et gravier
5.5	Rocher calcaire lacustre

3 RECONNAISSANCES GÉOTECHNIQUES

Les objectifs de la campagne de reconnaissances géotechniques sont les suivants :

- Caractériser les terrains en place (nature selon GTR, perméabilité, résistance au cisaillement, portance),
- Vérifier l'homogénéité des terrains en place sur le linéaire de digue,
- Établir un profil en long géotechnique,
- Préciser les fondations des ouvrages faisant office de digue.

Pour cela la campagne de reconnaissances comprend :

- Des sondages carottés,
- Des sondages à la pelle,
- Des essais de perméabilité,
- Des essais en laboratoire.

3.1 SYNTHÈSE DU PROGRAMME PROPOSÉ ET RÉALISÉ

La synthèse du programme de reconnaissances géotechniques réalisées est présentée ci-dessous :

Type de sondage	Nombre	Secteur	Nom	Profondeur	Objectif
Sondage carotté	1	AEP aval	SC81	6,0 m/TN	Identification précise des terrains Prélèvements d'échantillons
Sondage à la pelle	2	AEP amont	PM71	2,0 m/TN	Identification précise des terrains Prélèvements d'échantillons
			PM72	1,7 m/TN	
Essais de perméabilité de type Nasberg	2	AEP aval	SC81	0,5-1,5 m	Mesure de la perméabilité des terrains dans les sondages carottés
			SC81	2,0-3,0 m	
Essais de perméabilité de type Porchet	1	AEP amont	P71	0,5 m	Mesure de la perméabilité des terrains dans les sondages à la pelle
Essais en laboratoire	-	-	-	-	Identification et caractérisation des terrains ▪ Mesures de teneur en eau ▪ Mesures de VBS ▪ Mesure de granulométrie par tamisage ▪ Mesure de granulométrie par sédimentométrie ▪ Cisaillement à la boîte de Casagrande

3.2 RÉSULTATS DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

3.2.1 *Sondages carottés*

Le sondage carotté a été réalisé par Fondasol le 29 novembre 2022. Les résultats obtenus sont synthétisés ci-dessous :

3.2.1.1 Sondage carotté SC81

Le sondage carotté a été réalisé au droit de la digue AEP aval et a mis en évidence :

- 0,0 à 3,5 m : Limons sablo-graveleux gris
- 3,5 à 6,0 m : Sables graveleux-limoneux à galets gris

Aucun niveau d'eau n'a été relevé le jour des reconnaissances au droit du sondage SC31.

3.2.2 *Sondages à la pelle*

Les sondages à la pelle ont été réalisés par Fondasol le 28 novembre 2022. Les résultats obtenus sont synthétisés ci-après.

3.2.2.1 Sondage à la pelle PM71

Le sondage à la pelle a été réalisé au droit de la digue de Corrèze et a mis en évidence :

- 0,0 à 0,05 m : Terre végétale
- 0,05 à 0,2 m : Argile marron clair sableuse, petits graviers
- 0,2 à 0,3 m : Argile grise sableuse, limoneuse
- 0,3 à 1,0 m : Sable, graviers, galets
- 1,0 à 1,5 m : Sable limoneux gris marron
- 1,5 à 2,0 m : Graviers, galets, liant sableux

Un niveau d'eau à 2 m de profondeur/TN a été relevé le jour des reconnaissances au droit du sondage PM71.

3.2.2.2 Sondage à la pelle PM72

Le sondage à la pelle a été réalisé au droit de la digue de Corrèze et a mis en évidence :

- 0,0 à 0,7 m : Limon sablo légèrement argileux gris foncé, marron, galets
- 0,7 à 1,7 m : Sable gris clair, marron clair limoneux, blocs de pierres
- Refus arrêt du sondage sur blocs

Aucun niveau d'eau n'a été relevé le jour des reconnaissances au droit du sondage PM72.

3.2.3 Essais de perméabilité in situ

3.2.3.1 Essais de type Nasberg

Les essais de perméabilité de type Nasberg ont été réalisés dans le sondage carotté SC81. Les résultats suivants sont obtenus :

Sondage	Profondeur	Lithologie	Perméabilité	
			Phase d'injection	Retour à l'équilibre
SC81	0,5 à 1,5 m	Limons sablo-graveleux	$6,7 \cdot 10^{-6}$ m/s	$4,2 \cdot 10^{-6}$ m/s
SC81	2,0 à 3,0 m	Sables limono-graveleux	$1,4 \cdot 10^{-6}$ m/s	$1,6 \cdot 10^{-6}$ m/s

3.2.3.2 Essai de type Porchet

L'essai de perméabilité de type Porchet ont été réalisés dans le sondage à la pelle PM72. Les résultats suivants sont obtenus :

Essai	Sondage	Profondeur de l'essai	Lithologie	Perméabilité
P72	PM72	0,5 m	Limons sableux	$2,2 \cdot 10^{-5}$ m/s

3.2.4 Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire sont réalisés sur des échantillons issus du sondage carotté SC81. Les essais comprennent :

- 2 classifications des sols selon le GTR,
- 1 essai de cisaillement direct à la boîte de Casagrande pour la caractérisation des sols d'assise pour l'étude de stabilité*.

Le tableau suivant présente les principaux résultats des essais en laboratoire :

Sondage	SC81	SC81
prof. (m)	0,0 à 0,5	1,5 à 0,6
Nature	Sable et limons sablo-argileux	Grave sableuse
Classe GTR	A1	C1B3
W _n (%)	22,4	10,8
ρ (t/m ³)	-	-
ρ_d (t/m ³)	-	-
D _{max} (mm)	25	55
< 50 mm (%)	100,0	96,7
< 2 mm (%)	87,5	41,3
< 80 μ m (%)	39,9	10,4
VSB	0,69	0,14
ϕ_r' (°)	34	-
c_r' (kPa)	2	-

Il ressort les principales classes de sols suivantes :

- Des limons sableux A₁
- Des graves sableuse C₁B₃
- Caractéristiques des argiles limono-sableuses : $c' = 2$ kPa et $\phi' = 34^\circ$

À noter que :

- La mesure du poids volumique en SC8 n'a pas pu être réalisée du fait de la fraction sableuse dans les échantillons qui ne permettait pas de les tailler correctement.
- Le D_{max} des graves in situ est probablement supérieur à 80mm. En effet, le diamètre du prélèvement par carottier est de 90mm limitant de fait le prélèvement de matériaux de diamètre supérieur.

4 HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE CALCUL

4.1 DONNÉES DE CALCUL

4.1.1 Caractéristiques géotechniques

Les caractéristiques de sols retenues pour les modélisations sont les suivantes :

Horizon	γ (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	Perméabilité k (m.s ⁻¹)
Limons sableux / Sable limoneux	19	32	3	1.10 ⁻⁵
Sables et graviers	20	35	0	1.10 ⁻⁴
Mur en pierres	22	45	Anisotropie*	1.10 ⁻⁴
Enrochements libres	20	45	5	1.10 ⁻⁴

* $c' = 0$ kPa en direction horizontale

$c' = 30$ kPa en direction verticale

Les caractéristiques géomécaniques sont issues :

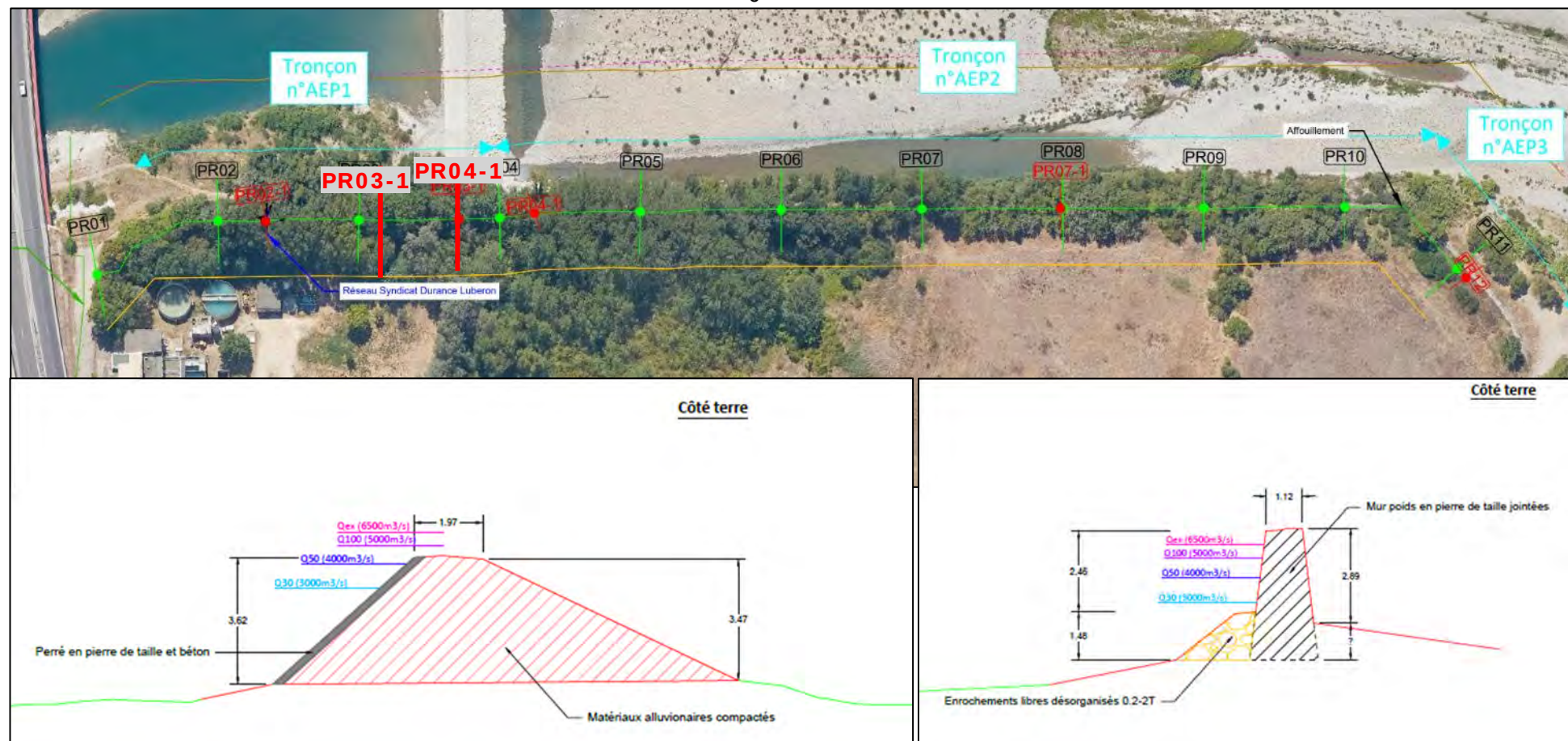
- Des reconnaissances géotechniques réalisées dans le cadre de cette étude (cf. §3)
- Du retour d'expérience sur ces types de sols

4.1.2 Configuration d'ouvrage et profils de calcul

L'analyse des différentes configurations présentées dans le projet est réalisée sur la base des profils en travers types fournis par le SMAVD. Les profils suivants ont été étudiés pour cette étude de diagnostic :

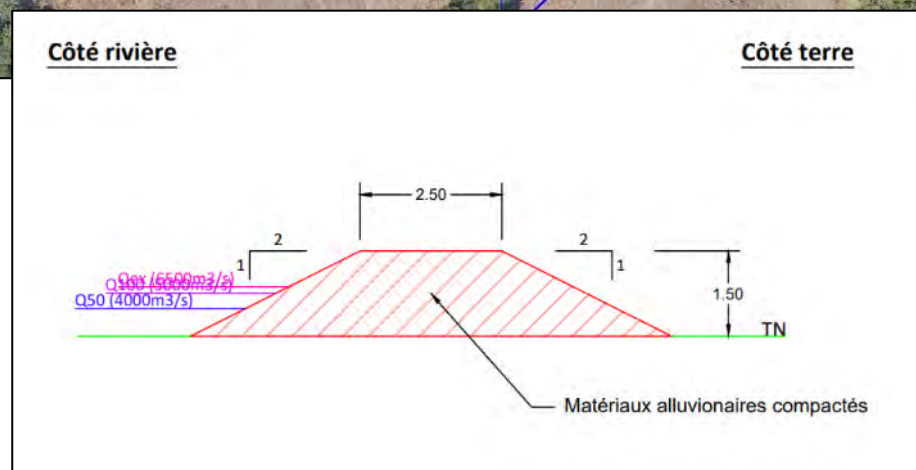
- PR03-1 et PR04-1 : Au droit du tronçon de digue AEP amont :

- 0



Implantation et coupes des profils étudiés PR03-1 et PR04-1 sur le tronçon AEP amont

- PRF-3 : Au droit du tronçon de digue AEP aval :



Implantation et coupe du profil étudié PR15 sur le tronçon AEP aval

Il est pris en compte les notations suivantes :

- Q_{30} = crue trentennale – débit = 3000 m³/s
- Q_{50} = crue cinquantennale – débit = 4000 m³/s
- Q_{100} = crue centennale – débit = 5000 m³/s
- Q_{ex} = crue exceptionnelle – débit = 6500 m³/s
- Talus côté rivière = talus côté Durance
- Talus côté terre = talus côté plaine
- Talus côté aval = talus côté Durance pour les épis de digue
- Talus côté amont = talus côté plaine pour les épis de digue

Les cotes de référence (données SMAVD) sont données ci-après :

Secteur		AEP amont	AEP amont	AEP aval
Profil		PR03-1	PR04-1	PR15
H max	(m)	3,67	4,01	3,60
Z pied terre/amont	(m NGF)	188,26	188,89	188,45
Z pied rivière/aval	(m NGF)	188,31	187,54	186,99
Z crête de digue	(m NGF)	191,93	191,77	190,59
Z nappe NNE	(m NGF)	186,58	186,90	186,45*
Z Q30	(m NGF)	190,99	189,52	187,17
Z Q50	(m NGF)	191,67	190,28	188,58
Z Q100	(m NGF)	192,23	190,86	189,12
Z Qex	(m NGF)	192,61	191,28	189,35

* Pour les profils PR03-1 et PR04-1, le niveau Z nappe NNE retenu correspond au niveau relevé lors du sondage à la pelle PM71 à 2 m de profondeur/TN. Pour le profil PR15, le niveau Z nappe NNE est pris égal au niveau Z pied terre/aval – 2 m de manière sécuritaire par rapport aux résultats des reconnaissances.

4.1.3 Surcharge

Une surcharge de 10 kPa est prise en compte sur la digue du secteur AEP aval répartie sur une largeur de 3 m afin de modéliser le passage de véhicule léger. Cette surcharge est appliquée dans toutes les situations sauf pour le cas sismique.

Pour les autres secteurs, les digues n'étant pas circulables, aucune surcharge n'est prise en compte en tête.

4.1.4 Sismicité

Le calcul de stabilité de talus en situation sismique est réalisé par la méthode pseudo-statique sous Talren. D'après le zonage sismique de la France, la zone d'étude est située en zone de sismicité 4 (moyenne).

En l'absence de mesure du paramètre $V_{s,30}$, il est considéré un sol de **classe B** conformément à l'Eurocode 8 : *Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.*

Les tronçons de digue AEP amont et AEP aval sont de **classe d'importance de l'ouvrage C**.

Les paramètres pris en compte pour les vérifications aux séismes sont résumés ci-dessous :

Paramètre	Référence	Valeur
Zone de sismicité	Code de l'environnement art. D 563-8-1	4
Classe d'ouvrage	Code de l'environnement article R 214-113	C
Accélération horizontale de calcul : agh (m ² /s)	Tableau 7.5.2.1 des recommandations du MEDDL-DGPR	1,2
Classe de sol	Tableau 3.1 Eurocode 8 : NF EN 1998-1	B
Coefficient S	Tableau 3.2 Eurocode 8 : NF EN 1998-1	1,35
Coefficient kh (Talren5) : kh = 2/3 agh/g*S	§6.2 des recommandations du MEDDL-DGPR	0,083

NB : La prise en compte d'une accélération verticale est en général un raffinement qui ne modifie pas le diagnostic (Sarma, 1975 et Matsumoto, 2010).

4.2 MÉTHODE DE CALCUL

Les notations suivantes seront utilisées :

Q_{rare} : niveau de crue rare (Q₃₀ : 3000 m³/s, Q₅₀ : 4000 m³/s et Q₁₀₀ : 5000 m³/s)

Q_{ex} : niveau de crue exceptionnelle (6500 m³/s)

NNE : niveau normal des eaux

TN : niveau « terrain naturel » pied de digue

Les situations de calcul sont les suivantes :

1 : Talus côté terre / aval

1.1 : Niveau NNE sans gradient hydraulique

- 1.1.1 : Situation normale d'exploitation
- 1.1.2 : Situation accidentelle de séisme

1.2 : Situations de crue rare

- 1.2.1 : Écoulement permanent avec h_{amont} = Q_{rare} ; prise en compte du régime permanent* pour les calculs de stabilité

1.3 : Situation de crue exceptionnelle

- 1.3.1 : Écoulement permanent avec h_{amont} = Q_{ex} ; prise en compte du régime permanent* pour les calculs de stabilité

Les situations de décrue sur le talus côté terre/aval ne sont pas calculées car elles ne sont pas défavorables.

2 : Talus côté rivière / amont (côté Durance)

2.1 : Niveau NNE sans gradient hydraulique

- 2.1.1 : Situation normale d'exploitation
- 2.1.2 : Situation accidentelle de séisme

2.2 : Situations de décrue rare

- 2.2.1 : Écoulement transitoire ** avec h_{amont} variable de Q_{rare} au TN

2.3 : Situation de décrue exceptionnelle

- 2.3.1 : Écoulement transitoire ** avec h_{amont} variable de Q_{ex} au TN

Les situations de crue sur le talus côté rivière/amont ne sont pas calculées car elles ne sont pas défavorables.

* : dans les calculs de stabilité de talus, le régime permanent de crue est défini par une ligne de saturation droite, joignant le niveau d'eau de la Durance et le niveau NNE de la nappe à une distance de l'ordre de 50m du pied de digue. Dans les calculs de stabilité « hydraulique », la ligne de saturation considérée est issue du calcul d'écoulement interne selon ce régime permanent.

** : dans les calculs de stabilité de talus, le régime transitoire de décrue est défini par une décrue de référence retour au niveau d'étiage sur 12h, situation réaliste mais néanmoins défavorable compte-tenu du temps de décrue court. La situation défavorable étant celle où la

ligne d'eau revient au niveau T.N., il est nécessaire de caler le temps de décrue simulé sur les données topographiques. Les durées de simulation pour les décrues sont les suivantes :

Secteur	Profil	Z pied côté rivière / aval (m NGF)	Crue	Z crue (mNGF)	Δ décrue au TN (m)	Durée décrue (s)
AEP amont	PR03-1	188,3	Q30	191,0	3,2	43 200 = 12h
			Q50	191,7	3,9	43 200
			Q100	192,2		
			Qex	192,6		
AEP amont	PR04-1	187,8	Q30	189,5	2,6	43200,0
			Q50	190,3	3,4	43 200
			Q100	190,9	4,0	
			Qex	191,3	4,4	
AEP aval	PR15	187,0	Q30	187,2	0,2	43 200
			Q50	188,6	1,6	43 200
			Q100	189,1	2,1	43 200
			Qex	189,4	2,4	43 200

Les situations de crues étudiées sont indiquées en gras dans le tableau ci-dessus. Elles correspondent à un niveau d'eau situé entre le pied côté rivière/amont et la crête de digue.

Dans le cas des simulations en régime transitoire pour les crues. Il es pris en compte les hydrogrammes suivants :

- Montée de l'étiage au niveau de crue en 24h
- Plateau de 12h.

La décrue est toujours étudié en transitoire sur 12h du niveau de crue jusqu'au niveau TN côté rivière.

4.2.1 Modélisation des écoulements internes aux ouvrages

4.2.1.1 Méthode de calculs

Les écoulements au sein des ouvrages sont modélisés au moyen du logiciel de calcul aux éléments finis PLAXIS. Le module de calcul PlaxFlow est utilisé pour la modélisation des écoulements transitoires et permanents au cours de la crue de référence et de la décrue associée.

4.2.1.2 Conditions aux limites hydrauliques

Les conditions aux limites sont définies en hauteurs d'eau. La hauteur d'eau côté Durance est définie soit :

- Par le niveau de crue du côté rivière (Durance),
- Par la saturation au niveau NNE sur du côté terre du modèle.

La hauteur d'eau côté terre est définie par la saturation au niveau NNE à plus de 50m du pied de digue en phase de crue.

4.2.2 Calculs de stabilité

4.2.2.1 Méthode de calcul

Les calculs de stabilité générale sont réalisés sous le logiciel de calcul TALREN par la méthode de Bishop. Les cercles de peau ne sont pas pris en compte.

Les calculs sont réalisés aux ELU en prenant en compte des coefficients partiels sur les actions et résistances. Conformément aux recommandations du CFBR pour la vérification de la stabilité des barrages et des digues en remblai, les coefficients partiels associés à ces situations de calculs sont les suivants :

Situation	Coef. partiel γ_m sur φ' et c'	Coef. partiel γ_m sur le poids volumique	Coef. partiel γ_q sur la surcharge	Coef. partiel γ_d de modèle
Normale d'exploitation	1,25	1,0	1,3	1,2
Rare (Q_{30} , Q_{50} , Q_{100})	1,2	1,0	1,0	1,2
Exceptionnelle (Q_{ex})	1,1	1,0	1,0	1,2
Extrême et de séisme	1,0	1,0	-	1,1

La stabilité est assurée pour un coefficient de sécurité $F_{min} \geq 1,0$.

À noter que les sorties graphiques présentent des artéfacts avec des lignes d'eau non linéaires. Toutefois, les valeurs des pressions interstitielles prises en compte dans les calculs sont issues d'un maillage fin. La représentation graphique de la ligne d'eau n'est pas représentative des pressions interstitielles prises en compte dans les calculs et n'a pas d'influence sur les résultats des calculs.

Ces coefficient CFBR sont utilisés dans le cadre de travaux neufs notamment. Les études peuvent également être menées sans prise en compte de coefficient de pondération. Dans ce cas il est considéré :

$F < 1,0$: niveau de sécurité insuffisant / instabilité-glissement
 $1,0 \leq F < 1,1$: niveau de sécurité très faible
 $1,1 \leq F < 1,3$: niveau de sécurité faible à moyen
 $1,3 \leq F < 1,5$: niveau de sécurité suffisant
 $1,5 \leq F$: niveau de sécurité satisfaisant

4.2.3 Vérification des digues et des sols d'assise sous rupture hydraulique

La vérification de ces états limites est réalisée directement à partir des résultats extraits de Plaxis.

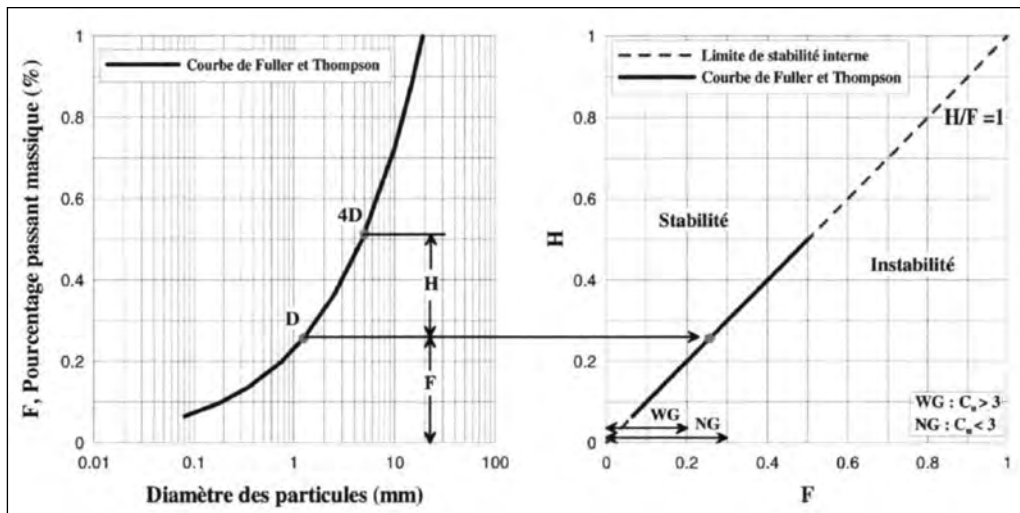
4.2.3.1 État limite ultime de rupture par érosion interne

La rupture par érosion interne est produite par le transport de particules de sol à l'intérieur d'une couche de sol, à l'interface entre deux couches ou à l'interface du sol et d'une structure. Ce processus peut mener à l'instabilité de la digue.

4.2.3.2 Susceptibilité à la suffusion

Nous proposons d'évaluer la susceptibilité à la suffusion par le critère de Kenney et Lau (1985) qui combine la granulométrie du sol considéré et des règles de filtration.

Il s'agit de vérifier si les particules fines du sol peuvent passer ou non entre les particules les plus grossières. Cette approche, illustrée par la figure suivante, établit une courbe de forme (H ; F) indépendant de la taille des grains et uniquement fonction de l'allure de la courbe granulométrique des matériaux.



Critère de Kenney et Lau (1985, 1986)

Avec :

F : pourcentage en masse des particules ayant un diamètre inférieur à D

H : pourcentage en masse des particules ayant un diamètre compris entre D et 4D

Si, dans le repère (F ; H), la granulométrie des matériaux se trouve sous un seuil donné par $H/F = 1$ sur une partie de sa fraction fine correspondant à $F < 0,2$ pour une granulométrie étalée ($C_u > 3$) ou $F < 0,3$ pour un sol moins étalé ($C_u < 3$), alors ces matériaux seront instables sous écoulement. D'autre part, les fractions $F < 0,2$ ou $0,3$ correspondent à la quantité maximale de particules libres qui est susceptible d'être érodée.

4.2.3.3 Détermination du gradient hydraulique critique

Selon Terzaghi, il existe un gradient hydraulique critique pour les écoulements ascendants, appelé gradient de Terzaghi ou boulangue.

$$i_{cr \text{ Terzaghi}} = (1 - n) \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right)$$

Avec :

n : la porosité

γ_s : poids volumique des grains (kN/m^3)

γ_w : poids volumique de l'eau (kN/m^3)

Les essais de Skempton et Brogan (1994) sur les sols pulvérulents sollicités par un écoulement ascendant montrent que la rupture d'un sol stable selon le critère de Kenney, se fait par une valeur de gradient égale à celle du gradient critique de boulangue défini par Terzaghi.

Par contre, pour les sols potentiellement instables, le gradient de rupture est beaucoup moins important que le gradient de boulangue. Pour ces sols, Blais (2003) propose une relation simple entre gradient hydraulique critique et le rapport H/F de Kenney et Lau :

$$i_{cr} = 0,5 \times H/F$$

Application au projet :

Les matériaux identifiés en laboratoire dans le cadre de la présente étude ont des courbes granulométriques conduisant au diagramme suivant :

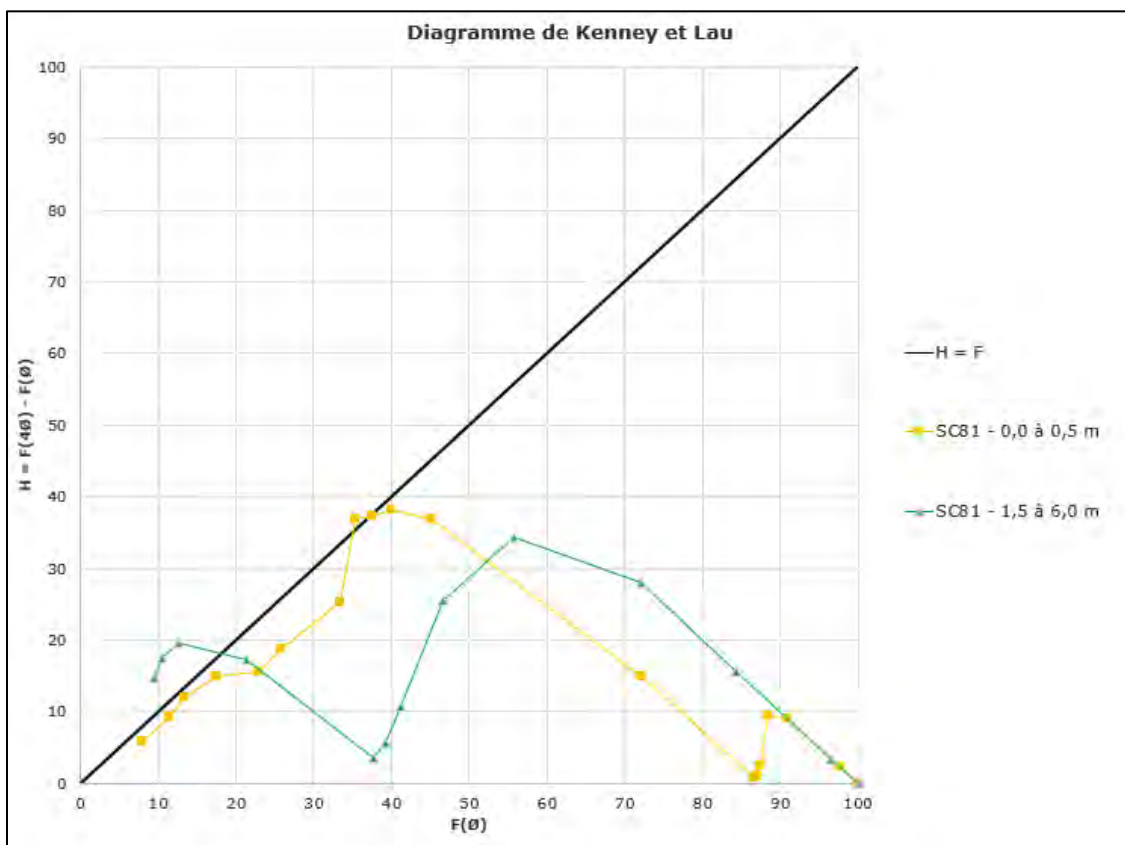
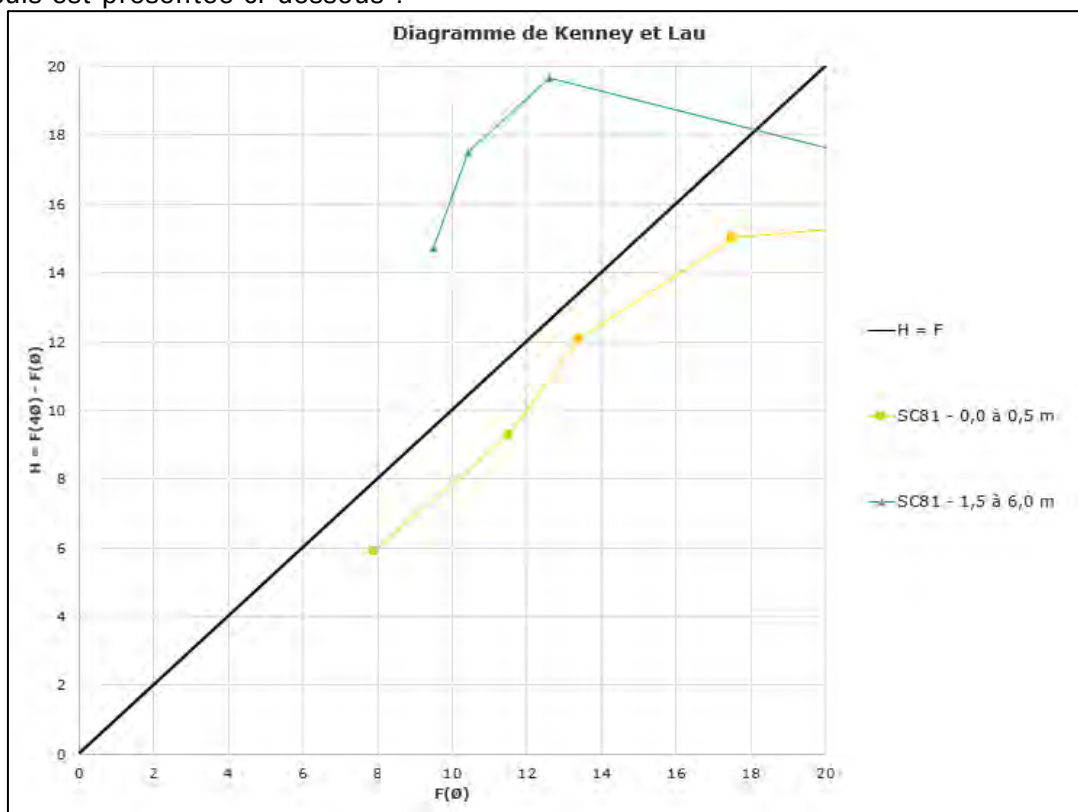


Diagramme de Kenney et Lau

L'ensemble des échantillons présente un $C_u > 3$. La fraction des fines à prendre en compte en fonction de la valeur de C_u correspond donc à $F < 0,2$. La zone du diagramme considérée dans les calculs est présentée ci-dessous :



Détail du diagramme de Kenney et Lau pris en compte dans les calculs (sur $F < 20$)

Les gradients critiques de Kenney et Lau, calculés selon la formule exposée au §4.2.3.2 sont présentés ci-dessous :

Échantillon	GTR	i_{cr}
SC81 - 0,0 à 0,5 m	A1	0,42
SC81 - 1,5 à 6,0 m	C1B3	-

Les paliers suivants sont donc retenus :

- Pour les matériaux de classification GTR A₁ correspondant à l'horizon de **limons sableux** :

Gradient calculé	Aléa de suffusion
$i_{cr} \leq 0,40$	Faible
$0,40 \leq i_{cr} \leq 0,45$	Moyen
$i_{cr} \geq 0,45$	Fort

- Pour les matériaux de classification GTR C₁B₅ et C₁B₄ correspondant à l'horizon de **sables et graviers** → pas de risque de suffusion

4.2.3.4 État limite ultime de rupture par annulation des contraintes effectives verticales (boulance)

Il existe un gradient hydraulique critique pour les écoulements ascendants, appelé gradient de Terzaghi ou boulance :

$$i_{critique, Terzaghi} = (1 - n) * \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_w} - 1 \right)$$

Avec :

n : la porosité

γ_s : poids volumique des grains (kN/m³)

γ_w : poids volumique de l'eau (kN/m³)

Si $\gamma_s = 26,5$ kN/m³ (poids volumique moyen des grains) et $0,28 < n < 0,52$ (valeurs extrêmes moyennes de porosité), le gradient de boulance est compris entre 0,8 et 1,2 m/m. Il y a donc un risque de boulance pour un gradient hydraulique lié aux écoulements ascendants compris entre 0,8 et 1,2 m/m.

4.2.3.5 État limite ultimes de rupture par soulèvement du pied de digue aval

En présence d'une couche imperméable (type argile, limon argileux ou argile limoneuse) au niveau de l'assise de l'ouvrage, il convient de vérifier qu'à la base de la couche imperméable superficielle, la contrainte effective verticale due au poids des terres soit supérieure à la contrainte verticale ascendante dû à la pression interstitielle sous la couche.

Le coefficient de sécurité est calculé de la manière suivante : $F = \frac{\gamma_m * \sigma_v}{\gamma_u * u}$

Avec u : la pression interstitielle sous la couche, et σ_v : la contrainte verticale due au poids des terres.

La stabilité est assurée pour un coefficient de sécurité $F \geq 1,0$.

Les coefficients partiels appliqués sont les suivants :

Situation	Coef. partiel γ_m Sur la contrainte verticale σ_v	Coef. partiel γ_u Sur la pression interstitielle u
Rare	0,9	1,2
Exceptionnelle	0,9	1,2
Extrême (séisme)	1,0	1,1

Dans le contexte présent, les limons sableux de surface seront considérés comme suffisamment perméable pour considérer le risque de soulèvement comme nul.

4.2.3.6 Vérification de la susceptibilité à la liquéfaction

Selon la norme NF P06-013 Règles PS92, présentent un risque de liquéfaction les sols suivants présentant les caractéristiques données ci-après :

Pour les sables, sables limoneux et limons

- Degré de saturation S_r voisin de 100%
- Granulométrie assez uniforme correspondant à un coefficient d'uniformité $C_u < 15$
- Diamètre à 50% (D_{50}) compris entre 0,05 mm et 1,5 mm

Pour les sols argileux

- D_{15} supérieur à 0,005 mm
- $W_L < 35$ %
- Teneur en eau W supérieure à $0,9 * W_L$
- Point représentatif sur le diagramme de plasticité se situant au-dessus de la droite « A » dudit diagramme

Les sols pouvant être considérés comme exempt de risque sont :

- Les sols dont la granulométrie présente un D_{10} supérieur à 2 mm
- Ceux dans lesquels on a simultanément $D_{70} < 74 \mu m$ et $I_p > 10$ %

Application au projet :

Le tableau de synthèses de l'analyse de la susceptibilité de matériaux à la liquéfaction est présenté ci-dessous :

Secteur	Sondage	Prof. (m)	Nature	Classe GTR	Sols assimilés à des sables et limons		
					S_r (%)	$C_u < 15$	$0,05 < D_{50} < 1,5$
AEP aval	SC81	0,0 à 0,5	Limons sableux	A1	22,4	75	0,12 mm
	SC81	1,5 à 6,0	Sables et graviers	C1B3	10,8	146	7 mm

Il en ressort les éléments suivants :

- Les limons sableux de surface sont de nature moyennement susceptible à la liquéfaction. Toutefois, ils sont principalement situés à un niveau hors-nappe (sauf situation de crue) et sont donc considérés non sensibles à la liquéfaction en cas de séisme.
- Les sables et graviers ne sont pas susceptibles à la liquéfaction.

4.3 STABILITÉ DU MURS EN PIERRES DE TAILLE LORS DES ÉPISODES DE CRUE

4.3.1 Méthode de calcul

Un mur en pierres de taille est utilisé comme rehausse de la digue sur le tronçon AEP2 du secteur AEP amont. La stabilité de cet ouvrage doit alors être vérifiée.

Les calculs se feront à l'ELU et en approche 2, selon la norme NF P 94-281 avec les niveaux de crue étudiés. Les coefficients de sécurité partiels pris en compte sont présentés ci-dessous :

			NF P 94-261 Approche 2
Action permanente	Défavorable	γ_{Gsup}	1,35
	Favorable	γ_{Ginf}	1,0
Action variable	Défavorable	γ_{Qsup}	1,5
	Favorable	γ_{Qinf}	0
Angle de frottement interne		$\gamma_{\phi'}$	1,0
Cohésion effective		$\gamma_{c'}$	1,0
Cohésion non drainée		γ_{cu}	1,0
Compression simple		γ_{qu}	1,0
Poids volumique		γ_Y	1,0
Résistance en portance		$\gamma_{R;v}$	1,4
Résistance au glissement		$\gamma_{R;h}$	1,1
Résistance des terres		$\gamma_{R;e}$	1,1

4.3.2 Justifications de calculs à apporter

4.3.2.1 Stabilité externe du mur

Il s'agit de vérifier la stabilité du mur en situation accidentelle dans le cas de crues rares.

Il sera vérifié :

- Le non renversement de l'ouvrage
- Le non glissement de l'ouvrage
- Le non poinçonnement du sol de fondation de l'ouvrage (vérification non nécessaire car fondé sur blocs calcaires).

Les vérifications seront réalisées à l'ELU selon la norme NF P94-281 de la manière suivante :

➤ Reversement

Pour une semelle filante, afin de limiter l'excentrement, il convient de vérifier la relation suivante

$$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{15}$$

Avec

e : l'excentrement

B : la largeur de la semelle

➤ Glissement

Il convient de vérifier que la fondation du mur supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par glissement sur le terrain selon la relation suivante (NF P94-281 §9.3) :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

Avec

H_d : La valeur de calcul de la charge horizontale (ou parallèle à la base de la fondation)

$R_{p;d}$: La valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de H_d

$R_{h;d}$: La valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain

En conditions drainées, La valeur de calcul de la résistance ultime au glissement du terrain $R_{h;d}$ sous la base d'une fondation est déterminée à partir de l'expression suivante :

$$R_{h;d} = \frac{V_d \tan \delta_{a;k}}{\gamma_{R;h} \gamma_{R;d;h}}$$

Avec :

V_d : La valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain

$\gamma_{R;h}$: Le facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation superficielle, est égale à 1,1

$\gamma_{R;d;h}$: Le coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement, égale à 0,9

$\delta_{a;k}$: La valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain

4.3.2.2 Non soulèvement du mur

Il convient de vérifier qu'à la base de l'ouvrage, la contrainte effective verticale due au poids du mur soit supérieure à la contrainte verticale ascendante dû à la pression interstitielle sous sa fondation.

Le coefficient de sécurité est calculé de la manière suivante : $F = \frac{\gamma_m * \sigma_v}{\gamma_u * u}$

Avec

u : la pression interstitielle sous la couche

σ_v : la contrainte verticale due au poids propre de l'ouvrage.

Les coefficients partiels appliqués sont les suivants :

Situation	Coef. partiel γ_m Sur la contrainte verticale σ_v	Coef. partiel γ_u Sur la pression interstitielle u
Rare	0,9	1,2
Extrême et séisme	1,0	1,1

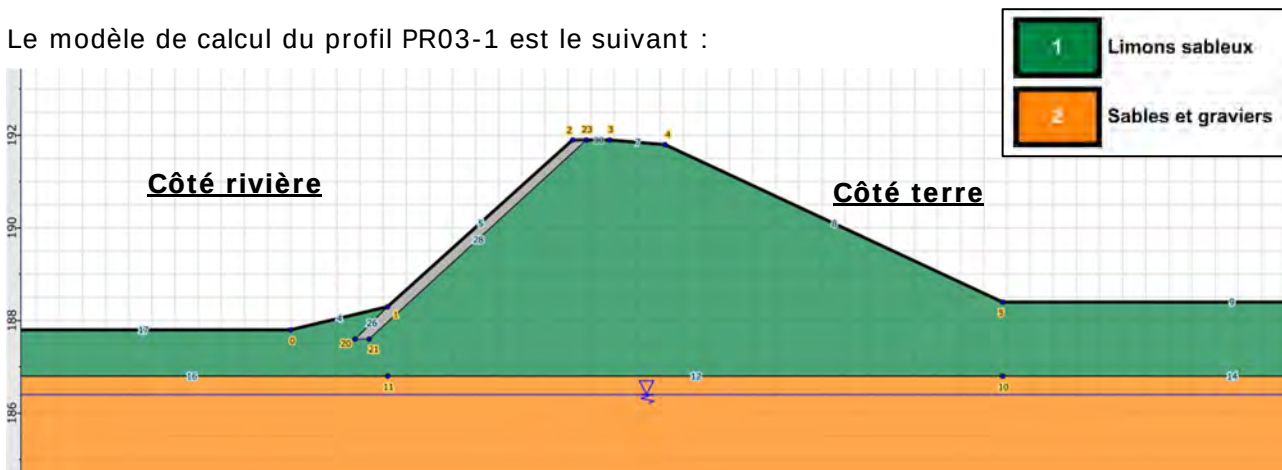
La stabilité est assurée pour un coefficient de sécurité $F \geq 1,0$.

5 RÉSULTATS DES CALCULS

5.1 SECTEUR AEP AMONT – PROFIL PR03-1

5.1.1 Modèle de calcul

Le modèle de calcul du profil PR03-1 est le suivant :

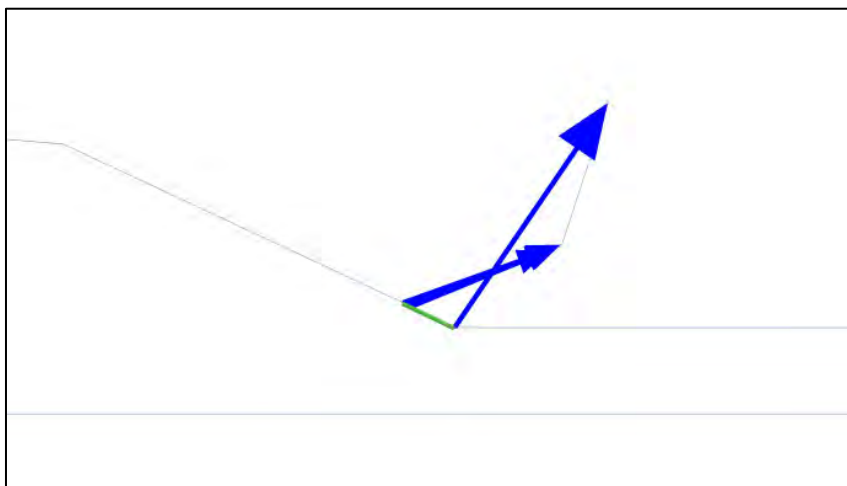


Profil de calcul PR03-1 en situation NNE

5.1.2 Vérification des ruptures d'origine hydraulique

5.1.2.1 Suffusion

Les vérifications sont effectuées en pied de digue pour les situations de crue rare Q_{30} et Q_{50} . Ces situations de crue (en régime permanent) engendrent une saturation de la digue qui atteint le talus côté terre.



Détail du flux à travers le pied de digue aval pour la crue rare Q_{50} dans les limons sableux

Les vitesses moyennes calculées dans les limons sableux en pied du talus côté terre sont données dans le tableau suivant. Les gradients hydrauliques maximaux $i_{\max}$ dans le pied de digue correspondent à :

$$i_{\max} = v/k ;$$

Il ressort :

- un risque fort de suffusion pour Q_{30} et Q_{50} dans le cas d'un régime permanent de crue
- un risque nul à négligeable de suffusion pour Q_{30} et Q_{50} dans le cas d'un régime transitoire de crue.

Limons sableux				
	Q ₃₀	Q ₅₀	Q ₃₀ Transitoire	Q ₅₀ Transitoire
V sortie (m/s)	7,7E-06	9,20E-06	-	-
K (m/s)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
i = V/K	0,77	0,92	-	-
Résultat	Fort	Fort	Nul à négligeable	Nul à négligeable

5.1.2.2 Phénomène de boulangerie

En situations de crue rare Q₃₀ et Q₅₀, le sol d'assise est soumis à un écoulement vertical conduisant à un gradient hydraulique. Dans le cas où $i < 0,8$ alors il n'y a pas de risque de boulangerie.

Limons sableux				
	Q ₃₀	Q ₅₀	Q ₃₀ Transitoire	Q ₅₀ Transitoire
V sortie (m/s)	5,0E-06	6,30E-06	3,90E-06	-
K (m/s)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
i = V/K	0,5	0,63	0,39	-
Résultat	Faible	Faible	Faible	Nul à négligeable

Il y a un risque de boulangerie faible à nul pour ce profil pour les crues Q₃₀ et Q₅₀.

5.1.3 Vérification de la stabilité globale des talus

Les résultats de calculs de stabilité sous TALREN sont synthétisés ci-dessous :

	Talus côté terre	Talus côté rivière
Situation normale d'exploitation		
Coefficients CFBR	F = 1,26	F = 1,03
Coefficients Unitaires (diagnostic ouvrages anciens)	-	F = 1,57
Situation extrême de séisme		
Coefficients CFBR	F = 1,33	F = 1,25
Coefficients Unitaires (diagnostic ouvrages anciens)	-	F = 1,37
Situation de crue rare (Q ₃₀)		
Coefficients CFBR (ouvrages neufs)	F = 1,03	-
Coefficients Unitaires (diagnostic ouvrages anciens)	F = 1,49	-
Situation de crue rare (Q ₃₀) – TRANSITOIRE		
Coefficients CFBR	F = 1,29	-
Situation de décrue après crue rare (Q ₃₀)		
Coefficients CFBR (ouvrages neufs)	-	F = 0,97 ~ 1
Coefficients Unitaires (diagnostic ouvrages anciens)	-	F = 1,39
Après Crue TRANSITOIRE (CFBR)	-	F = 1,05
Situation de crue rare (Q ₅₀)		
Coefficients CFBR (ouvrages neufs)	F = 0,94	-
Coefficients Unitaires (diagnostic ouvrages anciens)	F = 1,35	-
Situation de crue rare (Q ₅₀) – TRANSITOIRE (CFBR)	F = 1,06	-
Situation de décrue après crue rare (Q ₅₀)		
Coefficients CFBR (ouvrages neufs)	-	F = 0,95
Coefficients Unitaires (diagnostic ouvrages anciens)	-	F = 1,37
Après Crue TRANSITOIRE (CFBR)	-	F = 0,97 ~ 1
Après Crue TRANSITOIRE (Unitaire – diag. anc.)	-	F = 1,40

Rappel :

Avec coefficients « CFBR » :

F < 1,0

niveau de sécurité insuffisant / instabilité-glissement

1,0 ≤ F

niveau de sécurité satisfaisant

Sans pondération (Unitaire / diagnostic anciens ouvrages), il est considéré :

$F < 1,0$: niveau de sécurité insuffisant / instabilité-glissement

$1,0 \leq F < 1,1$: niveau de sécurité très faible

$1,1 \leq F < 1,3$: niveau de sécurité faible à moyen

$1,3 \leq F < 1,5$: niveau de sécurité suffisant

$1,5 \leq F$: niveau de sécurité satisfaisant

La stabilité des talus côté terre est garantie pour les situations NNE et sismique et Q30.

Pour les situations de crues Q50, elle est assurée dans le cas d'un régime transitoire de crue (la digue n'ayant pas le temps d'être totalement saturée). Dans le cas d'un régime permanent, la stabilité est réduite mais reste toutefois suffisante.

La stabilité des talus côté rivière est vérifiée pour NNE et sismique.

Pour la situation de crue Q30, elle est assurée dans le cas d'un régime transitoire de crue. Dans le cas d'un régime permanent, la stabilité est réduite mais reste toutefois suffisante.

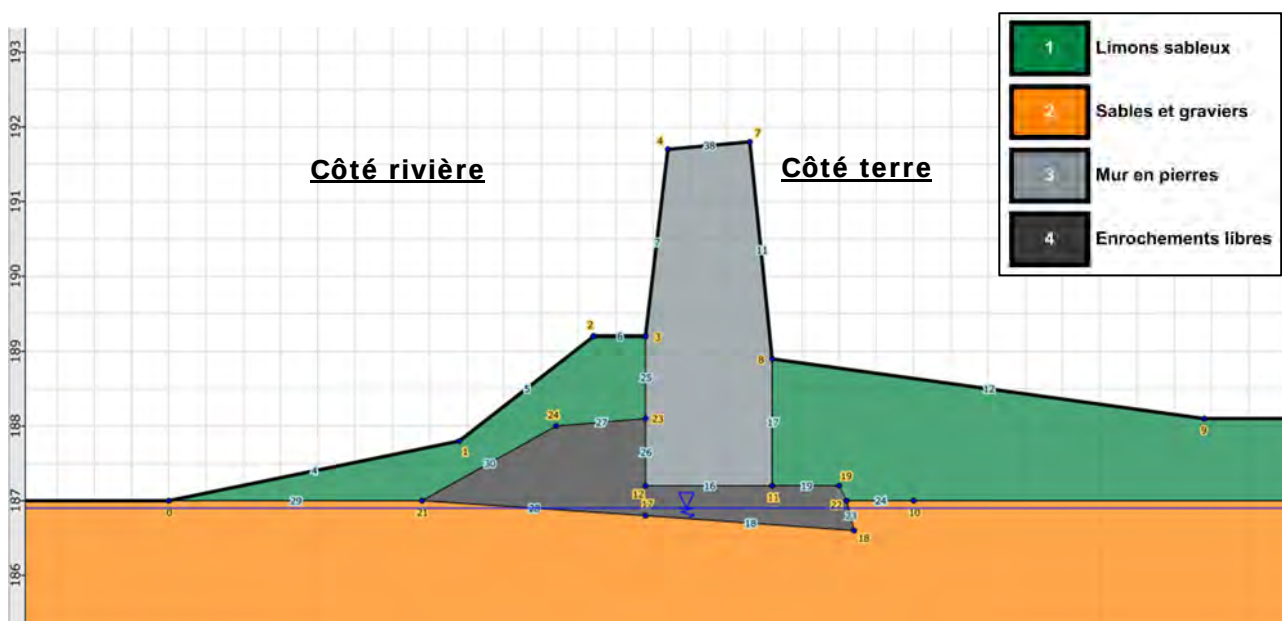
Pour la situation de crue Q50, dans le cas d'un régime permanent ou transitoire, la stabilité est réduite mais reste toutefois suffisante.

Les pentes sont raides et c'est le parement qui assure cette stabilité. Celui-ci doit donc être entretenu pour garantir la stabilité à long terme. En effet dans le rapport Ind.O, ce parement n'ayant pas été pris en compte, les calculs montraient une instabilité de la digue pour toutes les situations.

5.2 SECTEUR AEP AMONT – PROFIL PR04-1

5.2.1 Modèle de calcul

Le modèle de calcul du profil PR04-1 est le suivant :

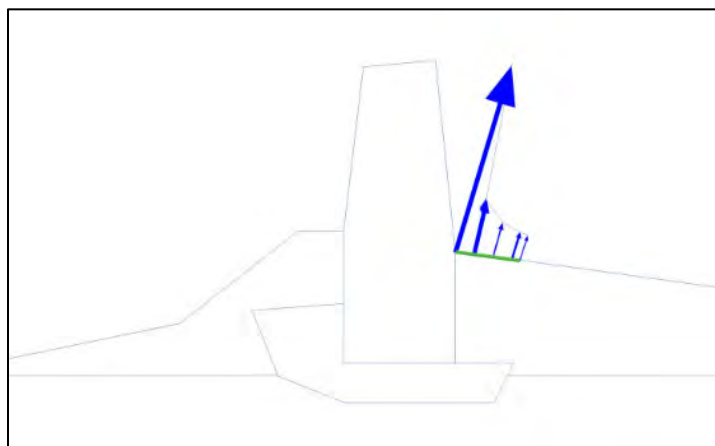


Profil de calcul PR04-1 en situation NNE

5.2.2 Vérification des ruptures d'origine hydraulique

5.2.2.1 Suffusion

Les vérifications sont effectuées en pied de digue pour les situations de crue rare Q₃₀ et Q₅₀. Ces situations de crue (en régime permanent) engendrent une saturation de la digue qui atteint le talus côté terre.



Détail du flux à travers le pied de digue aval pour la crue rare Q_{50} dans les limons sableux

Les vitesses moyennes calculées dans les limons sableux en pied du talus côté terre sont données dans le tableau suivant. Les gradients hydrauliques maximaux $i_{\max}$ dans le pied de digue correspond à :

$$i_{\max} = v/k$$

Il ressort un risque très fort de suffusion pour Q_{30} et Q_{50} dans le cas d'un régime permanent ou transitoire de crue.

	Limon sableux			
	Q_{30}	Q_{30} Transitoire	Q_{50}	Q_{50} Transitoire
V sortie (m/s)	8,00E-06	1,00E-05	2,00E-05	2,00E-05
K (m/s)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
$i = V/K$	0,8	1	2,0	2,0
Résultat	fort	fort	Très fort	Très fort

5.2.2.2 Phénomène de boulangerie

En situation de crue rare Q_{50} , le sol d'assise est soumis à un écoulement vertical conduisant à un gradient hydraulique. Dans le cas où $i < 0,8$ alors il n'y a pas de risque de boulangerie.

	Limon sableux			
	Q_{30}	Q_{30} Transitoire	Q_{50}	Q_{50} Transitoire
V sortie (m/s)	4,50E-06	5,50E-06	1,20E-05	1,50E-05
K (m/s)	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
$i = V/K$	0,45	0,55	1,2	1,5
Résultat	négligeable	négligeable	fort	fort

Il y a un risque de boulangerie pour ce profil pour Q_{50} .

Vérification de la stabilité globale des talus

Les résultats de calculs de stabilité sous TALREN sont synthétisés ci-dessous :

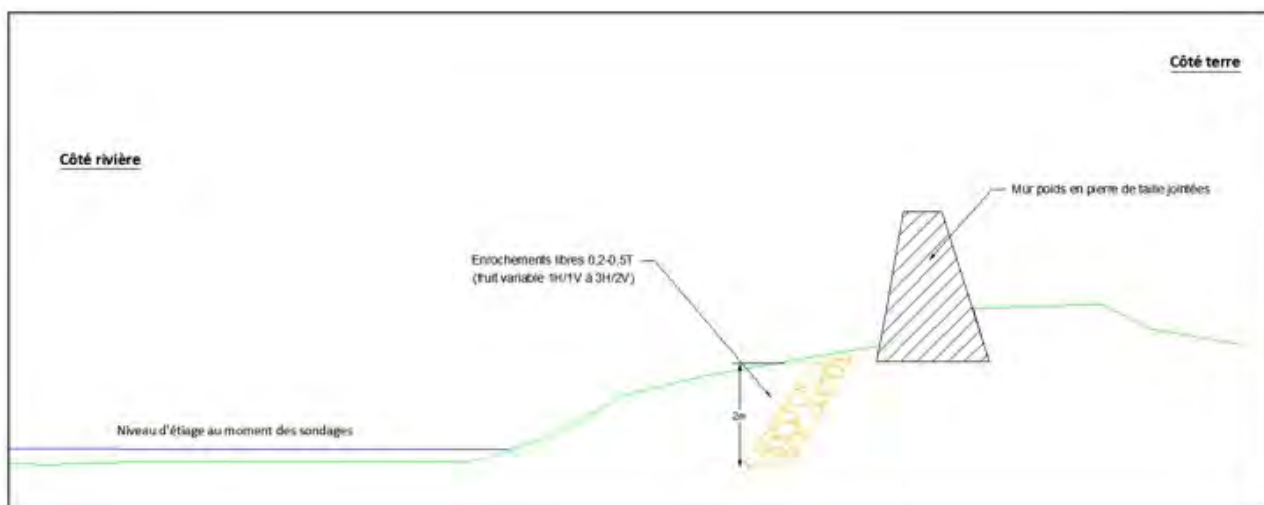
	Talus côté terre	Talus côté rivière
Situation normale d'exploitation	F = 1,22	F = 1,27
Situation extrême de séisme	F = 1,51	F = 1,99
Situation de crue rare (Q ₃₀)	F = 1,26	-
Situation de décrue après crue rare (Q ₃₀)	-	F = 1,32
Situation de crue rare (Q ₅₀)	F = 1,05	-
Situation de décrue après crue rare (Q ₅₀)	-	F = 1,27

La stabilité du mur en pierres de taille côté terre et côté rivière est garantie pour toutes les situations.

5.2.3 Vérification de la stabilité du mur

5.2.3.1 Stabilité externe

La géométrie retenue pour le mur du profil PR04-1 est la suivante, tirée des plans fournis par le SMAVD et des sondages in situ.



Mur au droit du profil PR04-1 – Secteur AEP amont

Les hauteurs de crue considérées au droit de l'ouvrage sont les suivantes :

- $h_{Q30} = 2,4$ m (depuis la base du mur) / $0,7$ m (depuis le pied de mur plaine)
- $h_{Q50} = 3,1$ m (depuis la base du mur) / $1,4$ m (depuis le pied de mur plaine)

Le sol au niveau de la base de l'ouvrage présente les caractéristiques suivantes :

- $\varphi' = 35^\circ$
- $c' = 0$ kPa

5.2.3.2 Efforts

En considérant toute la hauteur du mur jusqu'à sa base confortée en enrochement en cas de perte des matériaux en pied côté terre.

Les valeurs des différents efforts sont calculées ci-dessous :

- Le poids de l'ouvrage :
 $V_d = 7,3 \text{ m}^2 \times 22 \text{ kN/m}^3 = 160,6 \text{ kN/m}$
- L'effort horizontal induit par la poussée de l'eau :
 $F_{hw} = 1/2 \cdot \gamma_w \cdot h^2$
 - o En situation de crue Q_{30} :
 $F_{hw} = 29 \text{ kN/m}$
 - o En situation de crue Q_{50} :
 $F_{hw} = 48 \text{ kN/m}$
- Le moment à la base de l'ouvrage induit par la poussée de l'eau :
 $M_{hw} = F_{hw} \cdot h/3$
 - o En situation de crue Q_{30} :
 $M_{hw} = 29 \times 2,4 / 3 = 23,2 \text{ kN.m/m}$
 - o En situation de crue Q_{50} :
 $M_{hw} = 48 \times 3,1 / 3 = 49,6 \text{ kN.m/m}$

➤ Reversement

- o En situation de crue Q_{30} :
L'excentrement est le suivant :
 $e = \gamma_{Qsup} M_{hw} / \gamma_{Ginf} V_d = 1,5 \times 23,2 / 1,0 \times 160,6 = 0,22 \text{ m}$
Ainsi :
 $1 - 2e/B = 1 - (2 \times 0,22) / 2,1 = 0,27 > 1/15 = 0,067$
- o En situation de crue Q_{50} :
L'excentrement est le suivant :
 $e = \gamma_{Qsup} M_{hw} / \gamma_{Ginf} V_d = 1,5 \times 49,6 / 1,0 \times 160,6 = 0,46 \text{ m}$
Ainsi :
 $1 - 2e/B = 1 - (2 \times 0,46) / 2,1 = 0,038 < 1/15 = 0,067$

L'excentrement du mur est vérifié pour Q_{30} et n'est pas vérifié à l'ELU en situation de crue Q_{50} en cas de la perte de la butée de pied.

➤ Glissement

La valeur de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain est la suivante :

- $R_{h;d} = (V_d \tan \delta_{a;k}) / (\gamma_{R;h} \gamma_{R;d;h}) = (160,6 \times \tan 35) / (1,1 \times 0,9) = 113,6 \text{ kN/m}$
 - o En situation de crue Q_{30} :
Ainsi :
 $H_d = \gamma_{Qsup} F_{hw} = 1,5 \times 29 \text{ kN/m} = 44 \text{ kN/m} < R_{h;d} = 113,6 \text{ kN/m}$
La stabilité au glissement de la fondation est assurée en situation de crue Q_{30} .
 - o En situation de crue Q_{50} :
Ainsi :
 $H_d = \gamma_{Qsup} F_{hw} = 1,5 \times 48 \text{ kN/m} = 72 \text{ kN/m} < R_{h;d} = 113,6 \text{ kN/m}$
La stabilité au glissement de la fondation est assurée en situation de crue Q_{50} .

En considérant la hauteur du mur Hors Sol.

Les valeurs des différents efforts sont calculées ci-dessous :

- Le poids de l'ouvrage :
 $V_d = 6,5 \text{ m}^2 \times 22 \text{ kN/m}^3 = 143 \text{ kN/m}$ (base considérée au TN côté plaine ~1,4m de largeur)
- L'effort horizontal induit par la poussée de l'eau :
 $F_{hw} = 1/2 \cdot \gamma_w \cdot h^2$
 - o En situation de crue Q_{30} :
 $F_{hw} = 2,5 \text{ kN/m}$
 - o En situation de crue Q_{50} :
 $F_{hw} = 10 \text{ kN/m}$
- Le moment à la base de l'ouvrage induit par la poussée de l'eau :
 $M_{hw} = F_{hw} \cdot h / 3$
 - o En situation de crue Q_{30} :
 $M_{hw} = 2,5 \times 0,7 / 3 = 1 \text{ kN.m/m}$
 - o En situation de crue Q_{50} :
 $M_{hw} = 10 \times 1,4 / 3 = 5 \text{ kN.m/m}$

➤ Reversement

- o En situation de crue Q_{30} :
 L'excentrement est le suivant :
 $e = \gamma_{Qsup} M_{hw} / \gamma_{Ginf} V_d = 1,5 \times 1 / 1,0 \times 143 = 0,01 \text{ m}$
 Ainsi :
 $1 - 2e/B = 1 - (2 \times 0,01) / 1,4 = 0,7 > 1/15 = 0,067$
- o En situation de crue Q_{50} :
 L'excentrement est le suivant :
 $e = \gamma_{Qsup} M_{hw} / \gamma_{Ginf} V_d = 1,5 \times 5 / 1,0 \times 143 = 0,05 \text{ m}$
 Ainsi :
 $1 - 2e/B = 1 - (2 \times 0,05) / 1,4 = 0,6 > 1/15 = 0,067$

L'excentrement du mur est vérifié à l'ELU en situation de crue Q_{30} et Q_{50} dans la configuration actuelle.

➤ Glissement

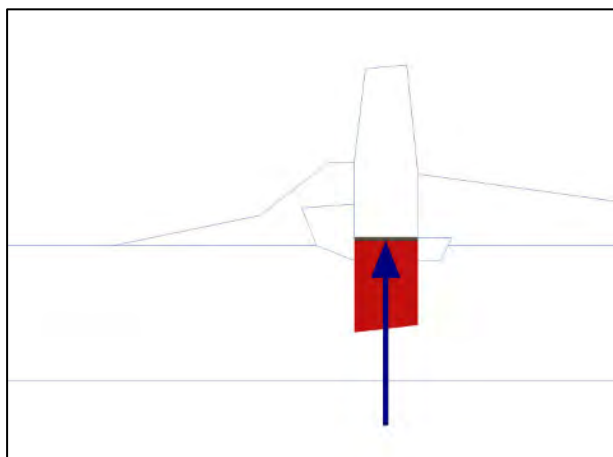
La valeur de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain est la suivante :

- $R_{h;d} = (V_d \tan \delta_{a;k}) / (\gamma_{R;h} \gamma_{R;d;h}) = (143 \times \tan 35) / (1,1 \times 0,9) = 101,1 \text{ kN/m}$
- o En situation de crue Q_{30} :
 Ainsi :
 $H_d = \gamma_{Qsup} F_{hw} = 1,5 \times 2,5 \text{ kN/m} = 3,8 \text{ kN/m} < R_{h;d} = 101,1 \text{ kN/m}$
- o En situation de crue Q_{50} :
 Ainsi :
 $H_d = \gamma_{Qsup} F_{hw} = 1,5 \times 10 \text{ kN/m} = 15 \text{ kN/m} < R_{h;d} = 101,1 \text{ kN/m}$

La stabilité au glissement de la fondation est assurée en situation de crue Q_{30} et Q_{50} .

5.2.3.3 Soulèvement du mur (à sa base)

La force hydraulique équivalente induite par les surpressions au niveau de la semelle du mur sont issues des calculs sous Plaxis.



Pressions interstitielles sous le mur - Situations de crue rare

La force verticale totale induite par le mur (poids de l'ouvrage) est :

$$F_v = 7,3 \text{ m}^2 \times 22 \text{ kN/m}^3 = 160,6 \text{ kN/m}$$

Après application des coefficients partiels décrit §5.3.3.2, les valeurs de calcul obtenues sont les suivantes :

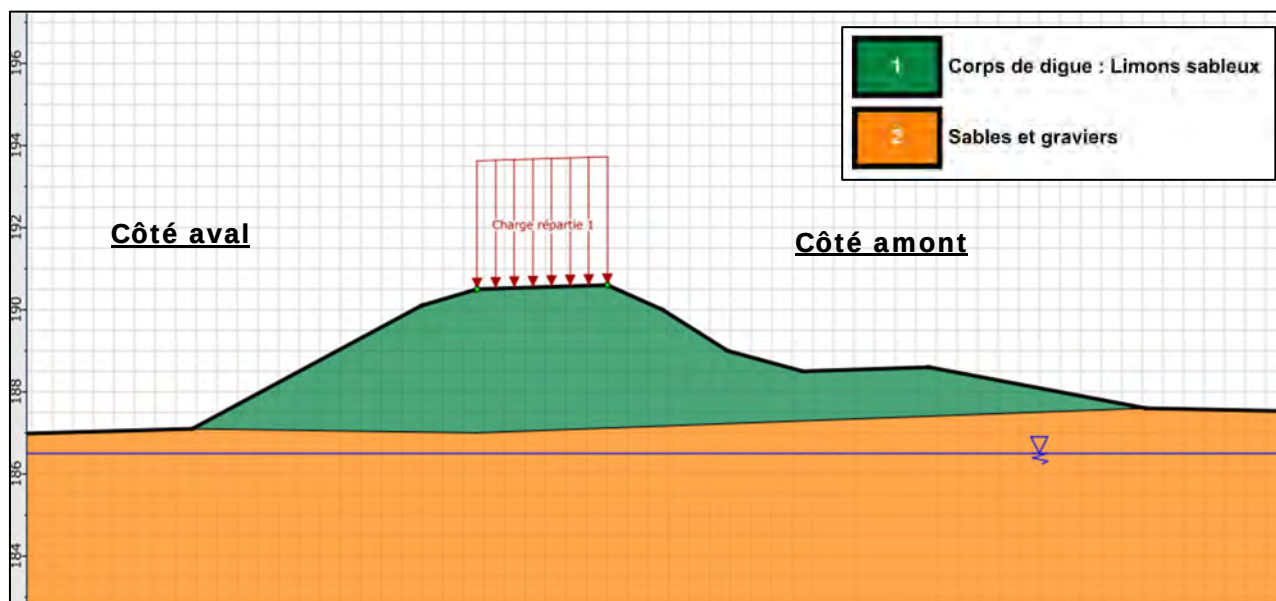
Situation	$F_{w;d}$	$F_{v;d}$	Coefficient de sécurité
Q ₃₀	$1,2 \times 32,5 = 39 \text{ kN/m}$	$0,9 \times 160,6 = 144,5 \text{ kN/m}$	$F = 3,7 > 1$
Q ₅₀	$1,2 \times 41 = 49,2 \text{ kN/m}$	$0,9 \times 160,6 = 144,5 \text{ kN/m}$	$F = 2,9 > 1$

Il n'y a pas de risque de soulèvement du mur.

5.3 SECTEUR AEP AVAL – PROFIL PR15

5.3.1 Modèle de calcul

Le modèle de calcul du profil PR15 est le suivant :

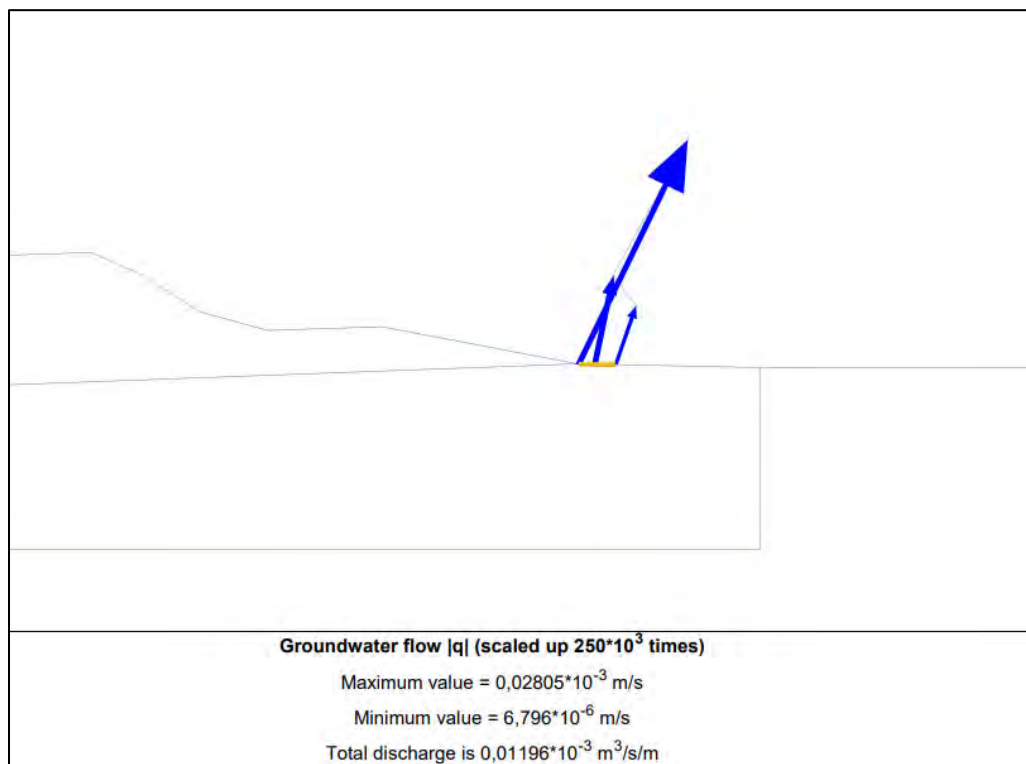


Profil de calcul PR15 en situation NNE

5.3.2 Vérification des ruptures d'origine hydraulique

5.3.2.1 Suffusion

Les vérifications sont effectuées en pied de digue pour les situations de crue rare Q_{50} et Q_{100} et exceptionnelle Q_{ex} . Ces situations de crue (en régime permanent) engendrent une saturation de la digue qui atteint le talus côté terre.



Détail du flux à travers le pied de digue aval pour la crue exceptionnelle Q_{ex} dans les sables et graviers

Les vitesses moyennes calculées dans les sables et graviers en pied du talus côté terre sont données dans le tableau suivant. Les gradients hydrauliques maximaux $i_{\max}$ dans le pied de digue correspond à :

$$i_{\max} = v/k$$

Il ressort un risque très faible à faible de suffusion pour Q_{50} , Q_{100} et Q_{ex} dans le cas d'un régime permanent de crue.

	Sables et graviers		
	Q_{50}	Q_{100}	Q_{ex}
V sortie (m/s)	1,30E-05	2,30E-05	2,80E-05
K (m/s)	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
$i = V/K$	0,13	0,23	0,28
Résultat	Très faible	Faible	Faible

5.3.2.2 Phénomène de boulangerie

En situations de crue rare Q_{50} et Q_{100} et exceptionnelle Q_{ex} , le sol d'assise est soumis à un écoulement vertical conduisant à un gradient hydraulique. Dans le cas où $i < 0,8$ alors il n'y a pas de risque de boulangerie.

	Sables et graviers		
	Q_{50}	Q_{100}	Q_{ex}
V sortie (m/s)	1,00E-05	2,00E-05	2,40E-05
K (m/s)	1,00E-04	1,00E-04	1,00E-04
$i = V/K$	0,10	0,20	0,24
Résultat	Très faible	Très faible	Très faible

Il n'y a pas de risque de boulangerie pour ce profil.

5.3.3 Vérification de la stabilité globale des talus

Les résultats de calculs de stabilité sous TALREN sont synthétisés ci-dessous :

	Talus côté aval	Talus côté amont
Situation normale d'exploitation	F = 1,16	F = 1,10
Situation extrême de séisme	F = 1,52	F = 1,34
Situation de crue rare (Q_{50})	F = 1,23	-
Situation de décrue après crue rare (Q_{50})	-	F = 1,10
Situation de crue rare (Q_{100})	F = 1,21	-
Situation de décrue après crue rare (Q_{100})	-	F = 1,09
Situation de crue exceptionnelle (Q_{ex})	F = 1,28	-
Situation de décrue après crue exceptionnelle (Q_{ex})	-	F = 1,18

La stabilité des talus côté terre et côté rivière est garantie pour toutes les situations.

6 SYNTHÈSE DES RESULTATS DE CALCULS, AVIS SUR LA STABILITE DE LA DIGUE, PISTE D'AMELIORATION ET ALEAS

6.1 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les résultats des calculs menés pour un profil étudié sont résumés dans le tableau suivant :

	Exploitation normale	Séisme	Q ₃₀ / DQ ₃₀	Q ₅₀ / DQ ₅₀	Q ₁₀₀ / DQ ₁₀₀	Q _{ex} / DQ _{ex}
AEP amont – PR03-1						
Suffusion	-	-	OK	OK	Non étudiées Débordement	Non étudiées Débordement
Boulance	-	-	Faible	Faible		
Soulèvement du pied aval	-	-	-	-		
Stabilité - Talus côté terre	OK	OK	OK	OK		
Stabilité - Talus côté rivière	OK	OK	OK	suffisant		
AEP amont – PR04-1						
Suffusion	-	-	fort	Très fort	Non étudiées Débordement sur PR03 à l'amont immédiat	Non étudiées Débordement sur PR03 à l'amont immédiat
Boulance	-	-	OK	fort		
Soulèvement du pied aval	-	-	-	-		
Renversement du mur	-	-	OK	OK en l'état actuel		
Glissement du mur	-	-	OK	OK en l'état actuel		
Soulèvement du mur	-	-	OK	OK		
Stabilité - Talus côté terre	OK	OK	OK	OK		
Stabilité - Talus côté rivière	OK	OK	OK	OK		
AEP aval – PR15						
Suffusion	-	-	-	Très faible	Faible	Faible
Boulance	-	-	-	Très faible	Très faible	Très faible
Soulèvement du pied aval	-	-	-	-	-	-
Stabilité - Talus côté terre / amont	OK	OK	-	OK	OK	OK
Stabilité - Talus côté rivière / aval	OK	OK	-	OK	OK	OK

6.2 AVIS SUR LA STABILITÉ DES TRONÇONS DE DIGUE

6.2.1 Tronçon AEP amont – PR03-1

Suivant les modélisations effectuées, la stabilité de la digue est suffisante à satisfaisante :

- Pour le talus côté rivière pour toutes les situations étudiées
- Pour le talus côté terre pour les situations de crue Q30 et Q50

Dans de cas d'une étude sans coefficient de pondération et/ou en régime transitoire de crue (24h de montée + 12h de palier), on obtient des coefficients de sécurité correspondant à une stabilité suffisante à satisfaisante selon les cas étudiés. Pour le talus côté rivière, la stabilité est assurée du fait de la présence d'un perré. La pente élevée du talus est défavorable à la stabilité et le perré devra être entretenu afin de garantir la stabilité à long terme de la digue. Sans celui-ci, les calculs réalisés dans le rapport Ind.O montrent que la stabilité n'est pas assurée pour le talus côté rivière.

Il peut être recommandé de réaliser des travaux d'un nouveau perré béton par-dessus l'existant afin d'améliorer l'étanchéité de l'ouvrage et par conséquent la fiabilité de ce dernier vis-à-vis des risques d'érosion interne notamment mais également afin d'améliorer la stabilité du talus côté Durance.

En situations de crues Q30 et Q50 :

- Le risque de suffusion est négligeable en cas de régime transitoire de crue.
- Le risque de boulangerie est faible.

En situation de crue Q100 et Qex :

- La digue est débordante, les calculs n'ont donc pas été réalisés.

6.2.2 Tronçon AEP amont – PR04-1

Suivant les modélisations effectuées, la stabilité de la digue est satisfaisante :

- pour le talus côté terre en situation du crue Q50

En situations de crues Q30 et Q50 :

- Les risques de suffusion et de boulangerie sont toutefois élevés en cas de régime permanent de crue ou en régime transitoire. En effet les matériaux sont relativement perméables et la digue très étroite d'où la saturation des terrains même en régime transitoire.
- La stabilité du mur de soutènement est vérifiée pour Q30 et Q50 en l'état actuel,
- La stabilité du mur n'est pas vérifiée pour Q50 en cas d'affouillement des terrains en pied de celui-ci côté plaine. Il sera donc important d'assurer un suivi post-crue de la digue et d'éventuels engraisements si nécessaire.

En situation de crue Q100 et Qex :

- La digue est débordante juste en amont, les calculs n'ont donc pas été réalisés.

Afin de réduire le risque d'affouillement des terrains en pied de digue, il peut être recommandé de réaliser des travaux d'un massif drainant en pied de mur côté terres afin de fiabiliser la stabilité de la digue en gérant les problématiques d'érosion interne (suffusion/boulangerie).

Par ailleurs la création d'une piste en pied permettrait de faciliter les inspections et les interventions en toutes circonstances sur l'ouvrage.

De plus la mise en place d'un plan de gestion de la végétation (élimination sélective de la végétation sénescente et des sujets trop encombrants) sur, et aux abords immédiats de la digue améliorera également la fiabilité de l'ouvrage et facilitera les travaux d'entretien et la surveillance de l'ouvrage.

6.2.3 Tronçon AEP aval – PR15

Suivant les modélisations effectuées, la stabilité de la digue est satisfaisante :

- Pour l'ensemble des situations étudiées (NNE, séisme et crues)

En situations de crues Q50, Q100 et Qex :

- Le risque de suffusion et de boulangerie sont très faibles à faibles en cas de régime permanent de crue.
- Le risque de boulangerie est négligeable.

6.3 ÉTUDES GÉOTECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES ET ALÉAS

Cette étude est un diagnostic géotechnique donnant une estimation de la stabilité des digues du secteur AEP intégrés dans le système d'endiguement de Pertuis.

Cette étude ne peut constituer l'aboutissement des missions d'études géotechniques.

Les terrains de nature alluvionnaires présentent des caractéristiques variables en profondeur et en plan (lentilles), du fait de leur formation, notamment en termes de perméabilités pour lesquelles les reconnaissances DIAG restent partielles et perfectibles. De même des incertitudes demeurent sur la nature et les caractéristiques des terrains.

Les solutions envisageables pour le traitement des instabilités devront faire l'objet d'études géotechniques de conception phase AVP, PRO puis d'exécution (mission G2 AVP-PRO et G3 selon NF P 94-500). Des reconnaissances complémentaires pourraient être nécessaire à cet égard. Elles consisteront notamment en l'élaboration de profils de calculs au droit des ouvrages projetés afin de vérifier la stabilité mécanique des digues sous sollicitations hydrauliques, ainsi que d'analyser les potentiels risques liés aux phénomènes d'érosion interne.

ANNEXES

ANNEXE N°1

Extrait de classification des missions géotechniques
NF P 94-500

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.
ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1) Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <u>Phase Projet (PRO)</u> Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <u>Phase DCE / ACT</u> Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

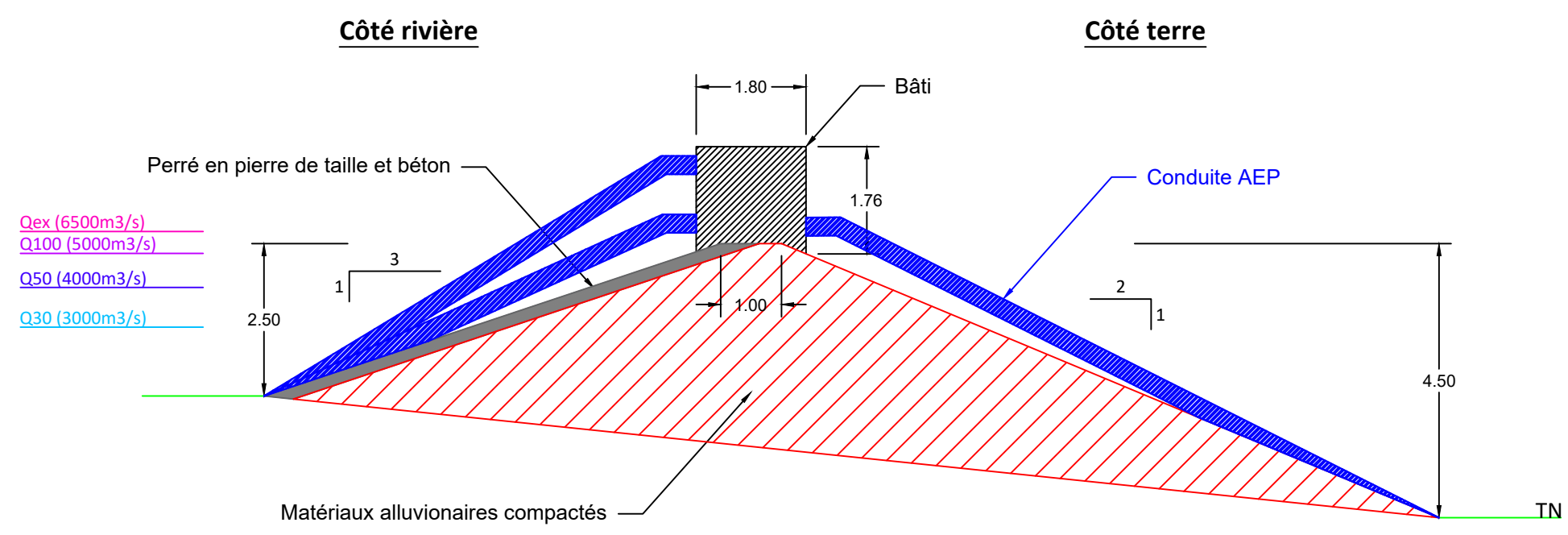
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

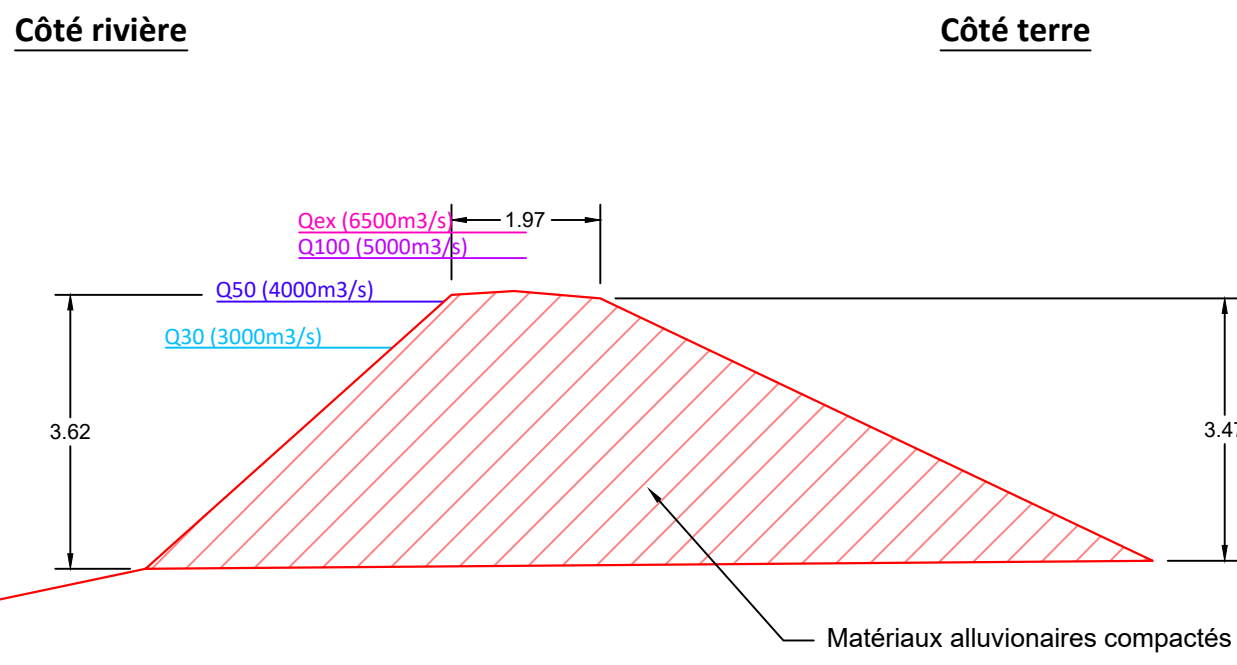
ANNEXE N°2

Plans et coupes des secteurs d'étude - SMAVD

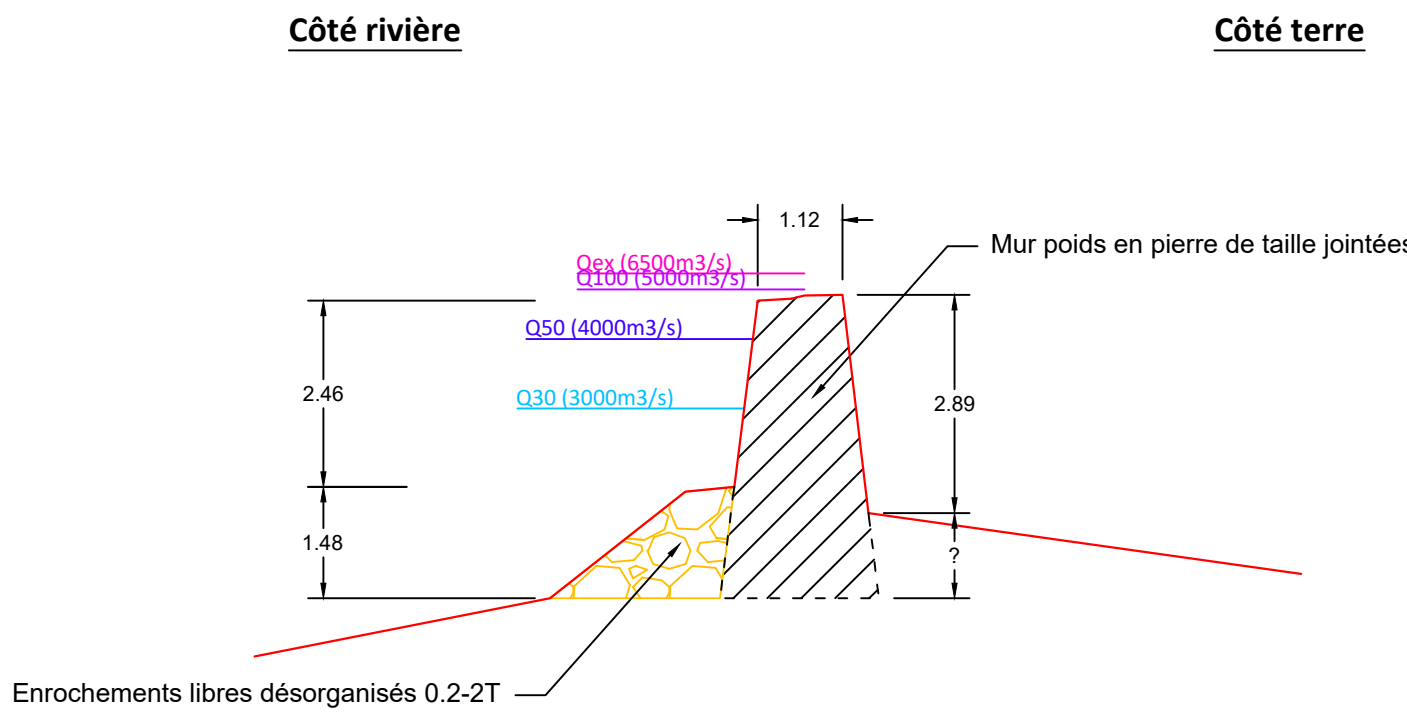
Représentation du profil en travers PR02-1



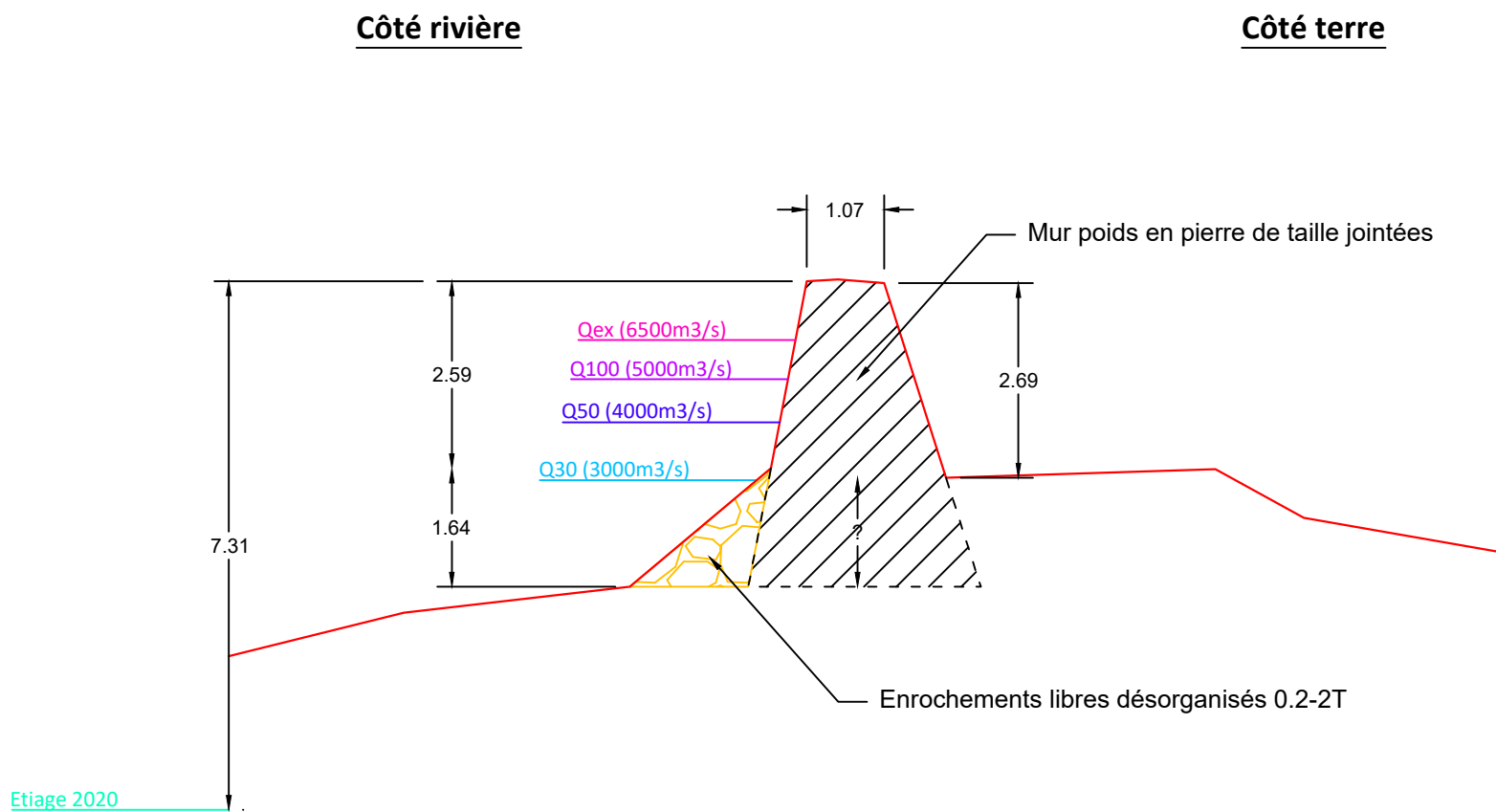
Profil en travers PR03-1 applicable au Tronçon homogène "AEP1"



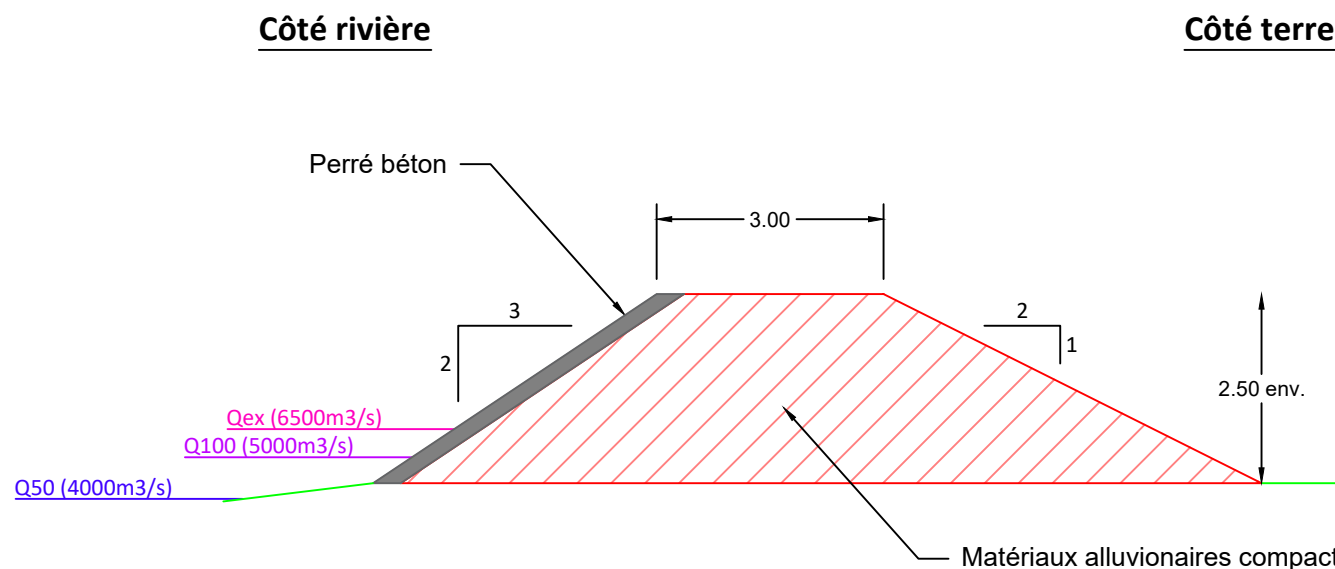
Profil en travers PR04-1



Profil en travers PR07-1 applicable au Tronçon homogène "AEP2"



Représentation du profil en travers PR12 applicable au Tronçon homogène "AEP3"



COVADIS

AEP Digue amont

Profil dessiné par COVADIS

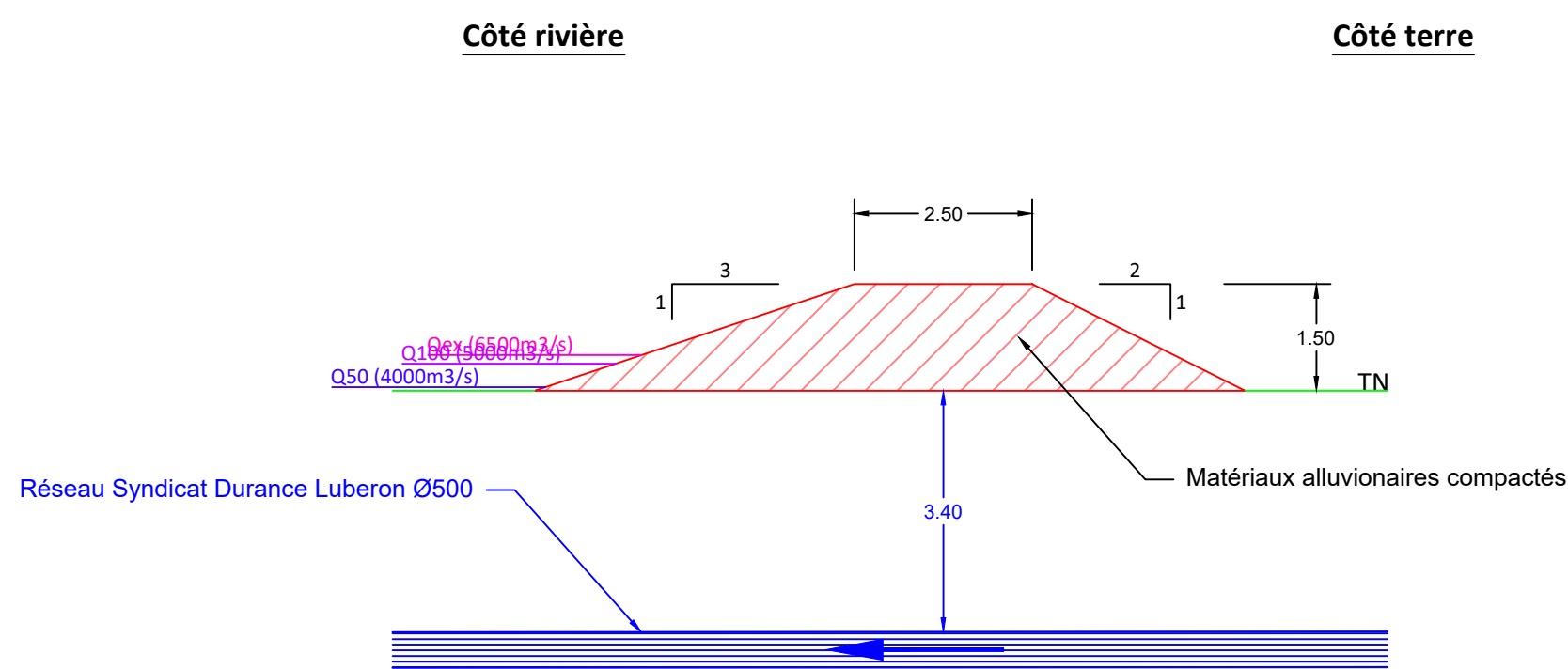
Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

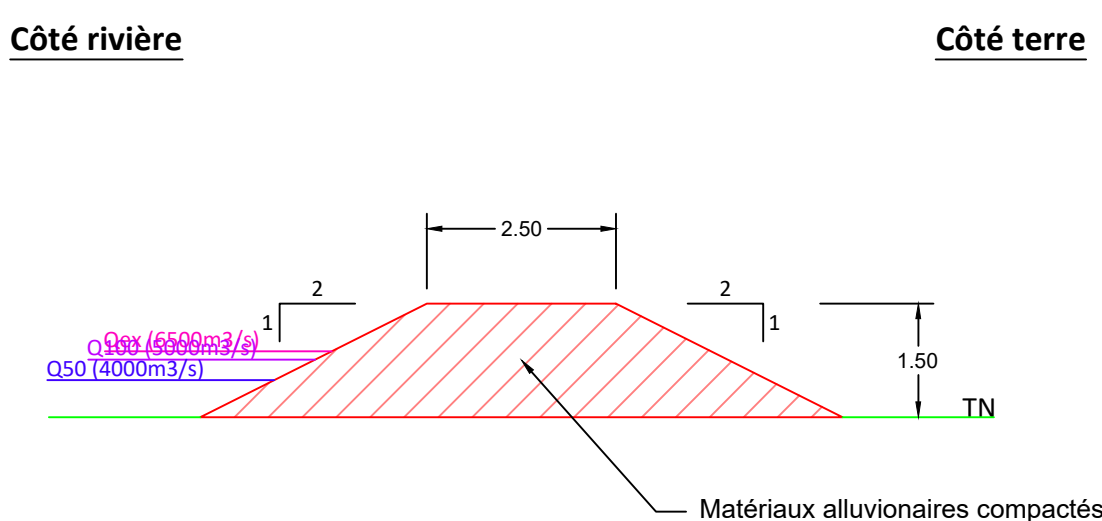
Scénario

PC : 179.00 m	
Número de profils en travers	
Altitudes TN	
TN Côté terre	
TN Côté rivière	
Qex (6500 m3/s) ACT_17	
Q100 (5000 m3/s) ACT_17	
Q50 (4000 m3/s) ACT_17	
Q30 (3000 m3/s) ACT_17	
Crue 2500 m3/s ACT_17	
Crue 2000 m3/s ACT_17	
Crue 1500 m3/s ACT_17	
Etiage 2020	

Représentation du profil en travers PR14



Représentation du profil en travers **PR15**
applicable au Tronçon homogène "AEP4"

COVADIS 

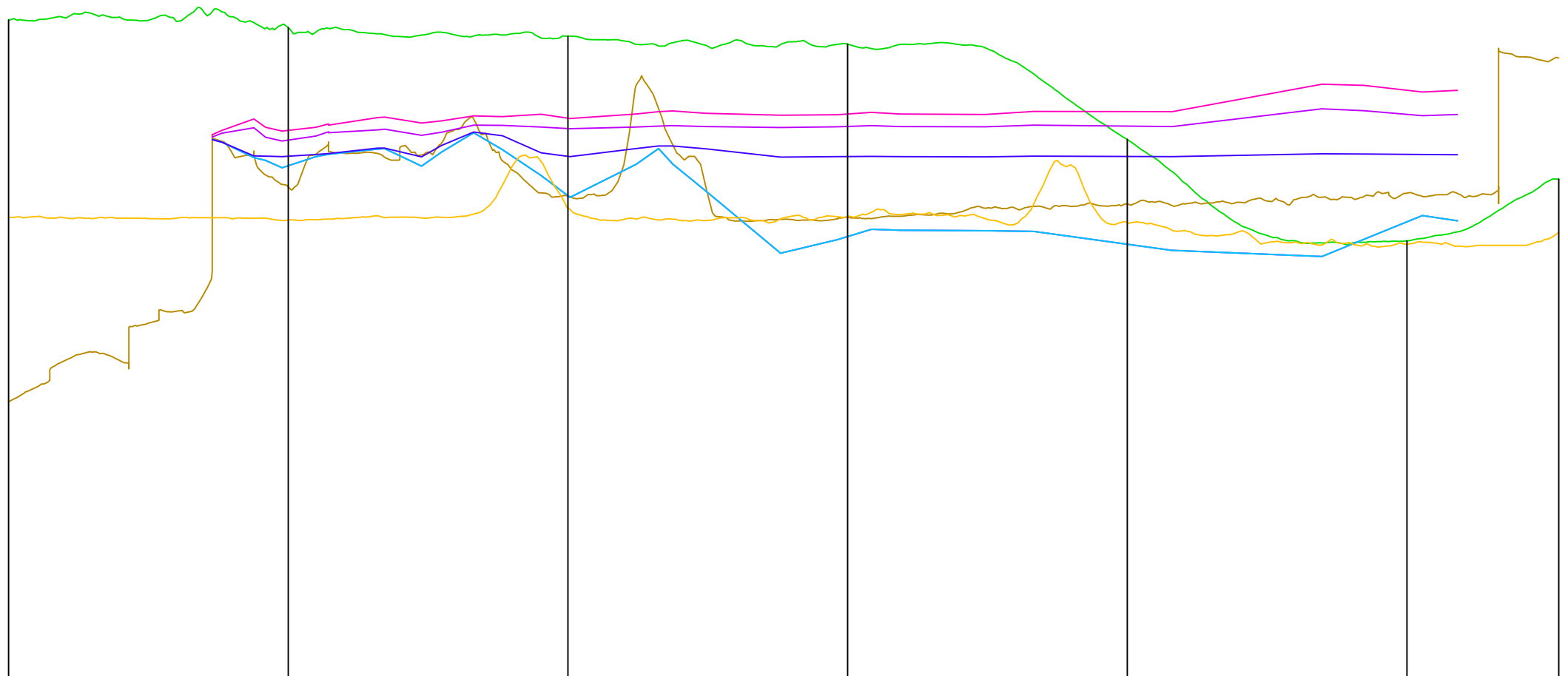
AEP Digue aval

Profil dessiné par COVADIS

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

Scénario



PC : 179.00 m

[illegible]

ANNEXE N°3

Résultats des investigations géotechniques et analyses en laboratoire - Fondasol

PLAN D'IMPLANTATION



fondasol		PERTUIS - SMAVD				(N° Projet: PR.84GT.22.0167)					
SC81	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés		Niveau d'eau				
	5,490497879	43,669867062	WGS 84		Non renseigné		☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec				
	Elévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements						
	Non renseigné	6,0 m	0,0°	Non renseigné	Non renseigné						
Début		Fin		Machine		Opérateur					
29/11/2022 11:58		29/11/2022 12:05		AC1		Akoudad Radouan					
Prof.	Lithologie	Description				Niveau d'eau	Echantillons	Fluides	Coulis	Tubage	Equipement
0											
1											
2		Limoniers sablo-graveleux gris									
3											
4		3,5 m									
5		Sables graveleux limoneux à galets gris									
6											
7											
8											
www.soicloud.fr											



fondasol		PERTUIS - SMAVD				(N° Projet: PR.84GT.22.0167)	
PM71	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés		Niveau d'eau
	5,492029766	43,668541204	WGS 84		Non renseigné		☐ Néant ☐ Non mesuré
	Elévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements		☒ En cours de forage
	Non renseigné	2,0 m	0,0°	Non renseigné	Non renseigné		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
Début		Fin		Machine		Opérateur	
28/11/2022		Non renseigné		T. PELLE		P. CASAPIERI	
Prof.	Lithologie	Description					Niveau d'eau
0		Terre végétale					
		0,05 m					
		Argile marron clair sableuse, petits graviers					
		0,2 m					
		Argile grise sableuse, limoneuse					
		0,3 m					
		Sable, graviers, galets					
		1 m					
-1		Sable limoneux gris marron					
		1,5 m					
		Graviers, galets, lient sableux					
		2 m					
2							





fondasol		PERTUIS - SMAVD				(N° Projet: PR.84GT.22.0167)	
PM72	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés		Niveau d'eau
	5,491636518	43,668546026	WGS 84		Non renseigné		☒ Néant ☐ Non mesuré
	Elévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	☐ En cours de forage	
	Non renseigné	1,7 m	0,0°	Non renseigné	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
Début		Fin		Machine		Opérateur	
28/11/2022		Non renseigné		T. PELLE		P. CASAPIERI	
Prof.	Lithologie	Description					
0		Limon sablo légèrement argileux gris foncé, marron, racines, qqes galets					
		0,7 m					
1		Sable gris clair, marron clair limoneux, racines, qqes blocs de pierres.					
		1,7 m					





ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE VARIABLE EN FORAGE OUVERT

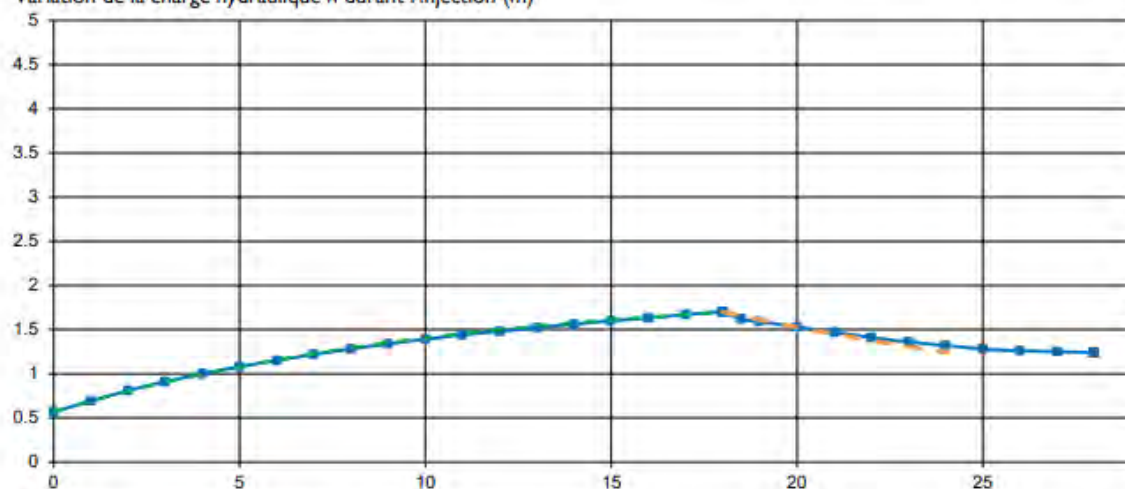
réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2
FTQ 233-3-C

AFFAIRE N° : PR.84GT.22.0167
CHANTIER : Gestion des ouvrages,
PERTUIS
SONDAGE N° : SC81
DATE : 29-11-2022 09:20:03
PROFONDEUR DE L'ESSAI : de 0.50 à 1.50 m

TYPE DE L'ESSAI : Nasberg
MODE OPERATOIRE : Par injection
DEBIT D'ESSAI : 1.3 l/min
2.10E-05 m³/s

LONGUEUR DE LA CAVITE D'ESSAI : L = 1.00 m
DIAMETRE DE LA CAVITE D'ESSAI : D = 0.095 m
ELANCEMENT DE LA CAVITE : L/D = 10.5
DIAMETRE DE LA SPHERE EQUIVALENTE : m = F/D = 21.7

Variation de la charge hydraulique h durant l'injection (m)



OBSERVATIONS

Vérifié par:

temps (min)

COEFFICIENT DE PERMEABILITE

PHASE D'INJECTION 6.7E-06 m/s

calcul par approximation du régime transitoire

RETOUR A L'EQUILIBRE 4.2E-06 m/s

PHASE 1 : INJECTION

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)	durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	0.57	15	1.60
1	0.69	16	1.63
2	0.81	17	1.67
3	0.91	18	1.70
4	1.00		
5	1.08		
6	1.15		
7	1.22		
8	1.28		
9	1.34		
10	1.39		
11	1.44		
12	1.48		

PHASE 2 : RETOUR A L'EQUILIBRE

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)	durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	1.70		
0.5	1.62		
1	1.59		
2	1.53		
3	1.47		
4	1.41		
5	1.36		
6	1.32		
7	1.28		
8	1.26		
9	1.25		
10	1.24		

ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE VARIABLE EN FORAGE OUVERT

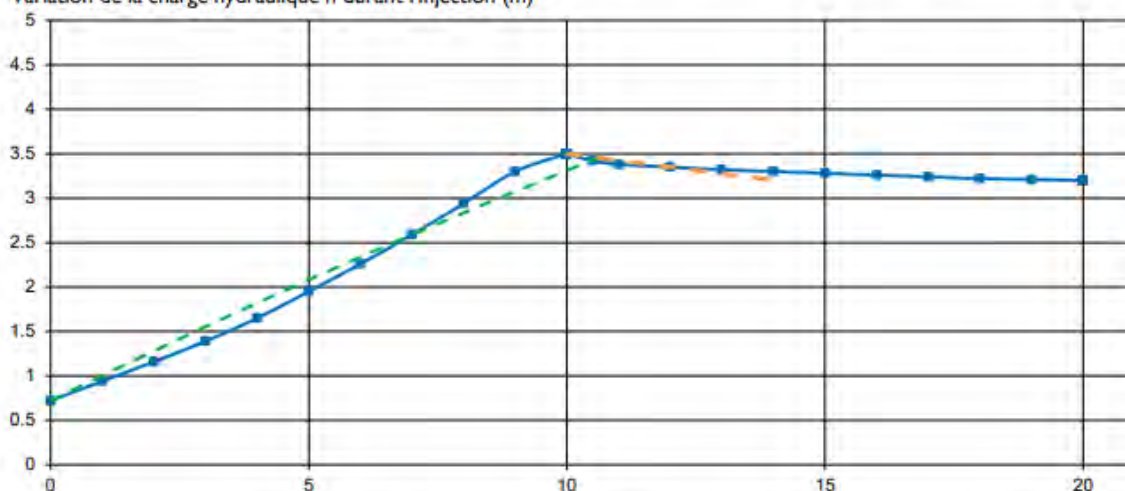
réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2
FTQ 233-3-C

AFFAIRE N° : PR.84GT.22.0167
CHANTIER : Gestion des ouvrages,
PERTUIS
SONDAGE N° : SC8I
DATE : 29-11-2022 09:54:48
PROFONDEUR DE L'ESSAI : de 2.00 à 3.00 m

TYPE DE L'ESSAI : Nasberg
MODE OPERATOIRE : Par injection
DEBIT D'ESSAI : 2.2 l/min
3.73E-05 m³/s

LONGUEUR DE LA CAVITE D'ESSAI : L = 1.00 m
DIAMETRE DE LA CAVITE D'ESSAI : D = 0.095 m
ELANCEMENT DE LA CAVITE : L/D = 10.5
DIAMETRE DE LA SPHERE EQUIVALENTE : m = F/D = 21.7

Variation de la charge hydraulique h durant l'injection (m)



OBSERVATIONS

Vérifié par:

temps (min)

COEFFICIENT DE PERMEABILITE

PHASE D'INJECTION 1.4E-06 m/s

calcul par approximation du régime transitoire

RETOUR A L'EQUILIBRE 1.6E-06 m/s

PHASE 1 : INJECTION

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)	durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	0.72		
1	0.94		
2	1.16		
3	1.39		
4	1.65		
5	1.95		
6	2.26		
7	2.59		
8	2.94		
9	3.30		
10	3.50		

PHASE 2 : RETOUR A L'EQUILIBRE

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)	durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	3.50		
0.5	3.42		
1	3.38		
2	3.35		
3	3.32		
4	3.30		
5	3.28		
6	3.26		
7	3.24		
8	3.22		
9	3.21		
10	3.20		

7. ESSAIS PROCHET



Porchet_Charge_Constante v3.1

COMPTE RENDU D'ESSAI PORCHET A CHARGE CONSTANTE

Circulaire 20/08/1994 assainissement autonome
des bâtiments d'habitation - FTQ 233-122

AFFAIRE N° : PR.84GT.22.0167

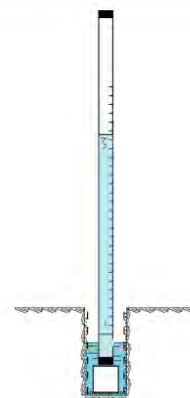
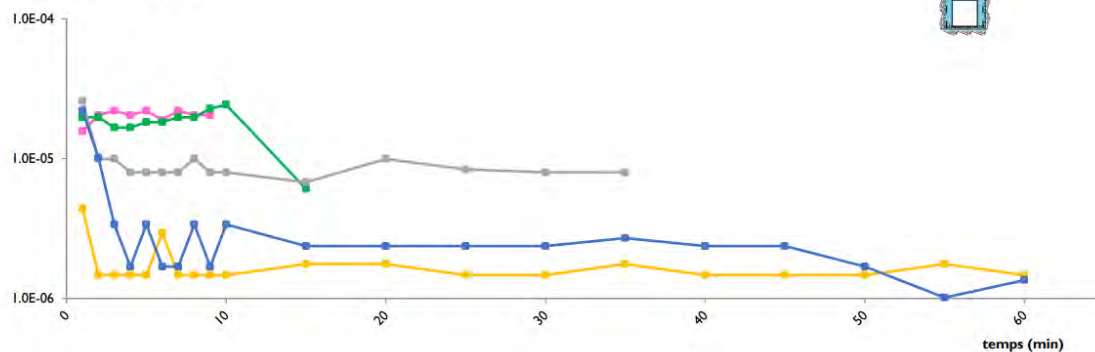
CHANTIER : SMAVD PERTUIS

OPERATEUR : CASAPIERI P.

RESULTATS DES ESSAIS

ESSAI	PERMEABILITE :	
PM11	1.6E-05 m/s	57 mm/h
PM11b	2.0E-05 m/s	71 mm/h
PM41	2.6E-05 m/s	93 mm/h
PM51	4.4E-06 m/s	16 mm/h
PM72	2.2E-05 m/s	79 mm/h

Perméabilité instantanée (m/s)



PM11
PM11b
PM41
PM51
PM72

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

SMAVD PERTUIS

N° d'affaire :

84GT.22.0167

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC8

Date d'essai granulométrie :

13/01/2023

Profondeur (m) 0.00 à 2.00

Date d'essai sédimentométrie :

18/01/2023

Cote (m) : 0.00 à 0.50

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 0.25 m

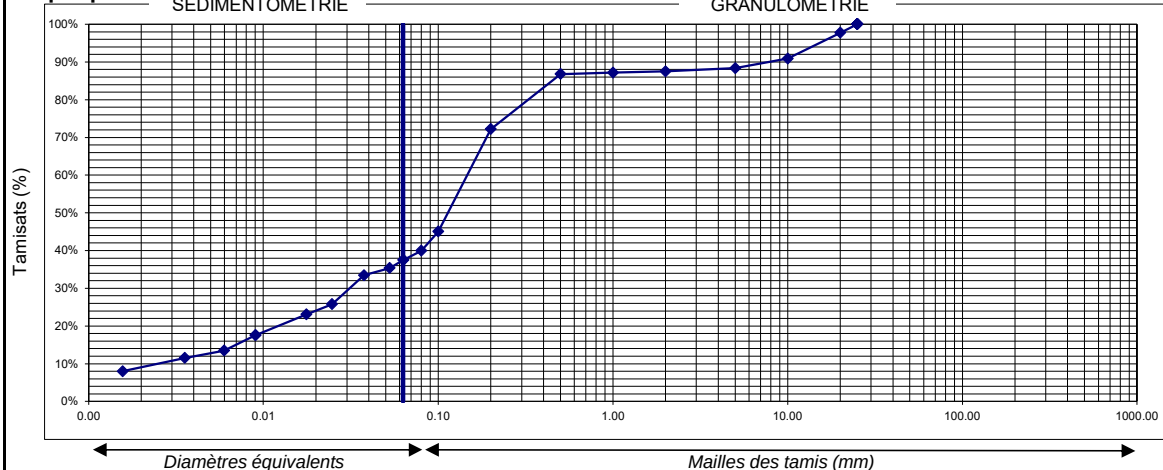
Date de réception :

04/01/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A1	Nature du sol selon Classification granulométrique	sable argileux
Nature du sol	sable argileux marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 87.49%	2 µm = 9.03%	Plus gros élément
20 mm = 97.74%	80 µm = 39.94%		Dmax = 25 mm
5 mm = 88.35%	63 µm = 37.44%	dm = 31.5 mm	

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer * calculé sur la fraction fine

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	97.74	90.89	88.35	87.49	87.15	86.76	72.15	45.03	39.94	37.44
Refus %					2.26	9.11	11.65	12.51	12.85	13.24	27.85	54.97	60.06	62.56

DONNÉES SÉDIMENTOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Paramètres :

Densimètre :

h = 157.18 mm

V_h = 63.8 ml

N = 20.36 mm

Facteurs correcteurs :

C_m = -0.2

R'₀ = 1.60

Éprouvette : L = 304.60 mm

Masse volumique :

ρ_s = 2.687 Mg/m³

Conventionnelle X

Mesurée :

Résultats :

Temps (h:min:s)	Lecture R' _h	Température (°C)	η (mPa.s)	Lecture corrigée Rd	H _r (mm)	K _c (%)	ø équiv D (µm)
00:01:00	14.5	19.0	1.0	12.90	148.52	35.3%	52.68
00:02:00	13.8	19.0	1.0	12.20	151.23	33.4%	37.59
00:05:00	11.0	19.0	1.0	9.40	162.05	25.8%	24.61
00:10:00	10.0	19.0	1.0	8.40	165.92	23.0%	17.61
00:40:00	8.0	19.0	1.0	6.40	173.65	17.5%	9.01
00:40:00	8.0	19.0	1.0	6.40	173.65	17.5%	9.01
01:35:00	6.5	18.9	1.0	4.90	179.45	13.4%	5.95
04:30:00	5.8	19.2	1.0	4.20	182.16	11.5%	3.54
22:25:00	4.5	18.9	1.0	2.90	187.19	7.9%	1.56

Observations :

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie I : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire :

SMAVD PERTUIS

N° d'affaire :

84GT.22.0167

Laboratoire :

Avignon

Sondage : SC8

Profondeur : 0.00-2.00m

Echantillonnage : 0.00-0.50m

Description : sable argileux marron

Date de prélèvement : -

Mode de conservation : Caisse

Date de réception : 04/01/23

Niveau d'eau : -

Date d'essai : 09/01/23

Opérateur : CASTELLS Alexis

Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

X
105°C 50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		1	2	3	4
H	mm	25.50	25.62	25.64	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	22.4	22.4	22.4	
ρ _h	kg/m ³	2057	2028	2028	
ρ _d	kg/m ³	1681	1657	1657	
ρ _s estimée	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		0.61	0.63	0.63	
Sr	%	100	96	96	
Consolidation					
σ ₃ cons	kPa	50	100	200	
ΔH _{cons}	mm	1.34	1.73	2.27	
H _{cons}	mm	24.16	23.89	23.37	
ρ _d cons	kg/m ³	1774	1777	1818	
w	%	19.2	18.3	17.7	
t ₁₀₀	min	0.8	0.8	1.9	

Informations sur l'essai

σ ₃ cis	kPa	50	100	200	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.024	0.024	0.024	

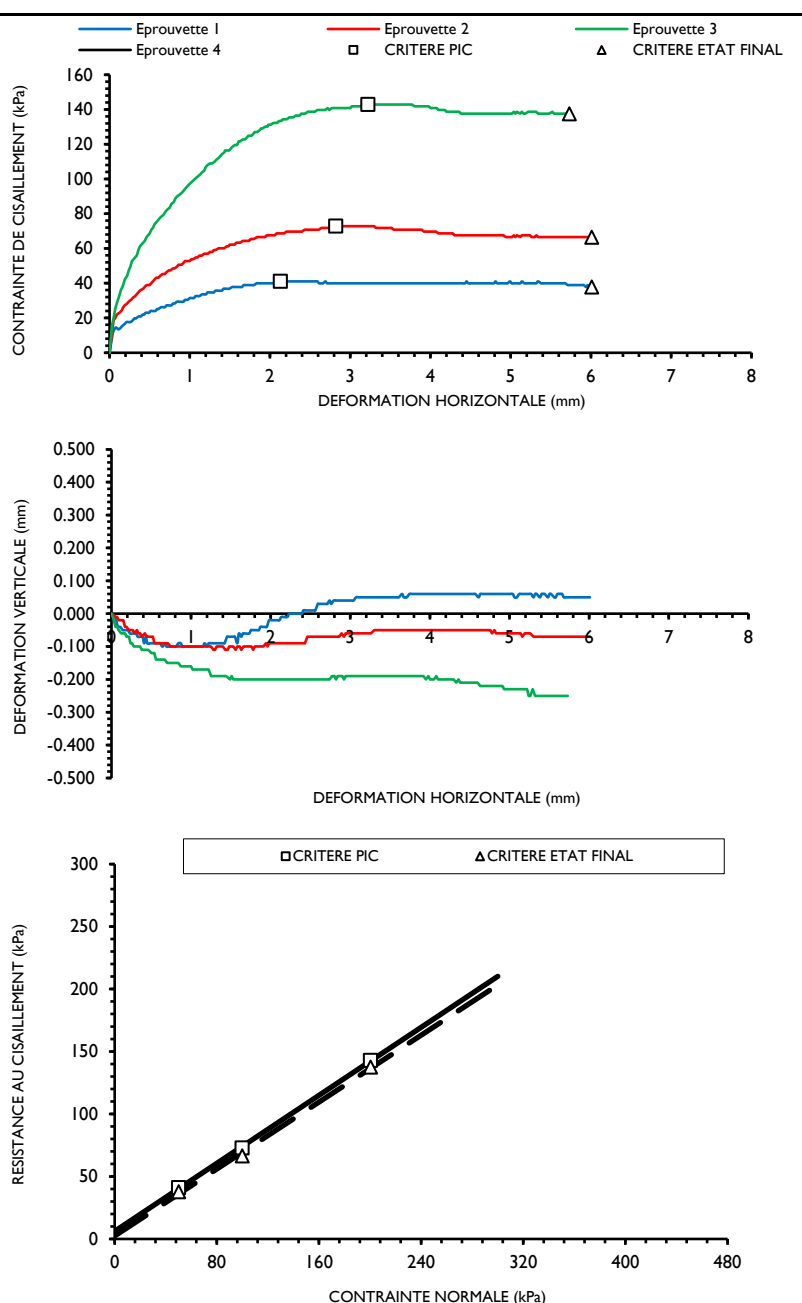
Critères de rupture

τ _{f,pic}	kPa	41	73	143	
Δl à τ _{f,pic}	mm	2.13	2.82	3.22	
τ _{f,rés}	kPa	38	66	138	
Δl à τ _{f,rés}	mm	6.01	6.01	5.73	

CRITERE DE PIC	φ' _p = 34 Degrés c' _p = 6 kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	φ' _f = 34 Degrés c' _f = 2 kPa

Observations

Reconstitué sur fraction 0-5 mm par compactage statique.



$F_s =$ %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire :

SMAVD PERTUIS

N° d'affaire :

84GT.22.0167

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC8

Profondeur (m) 2.00 à 6.00 m

Date de réception :

16/12/2022

Cote (m) 1.50 à 6.00 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 5.75 m

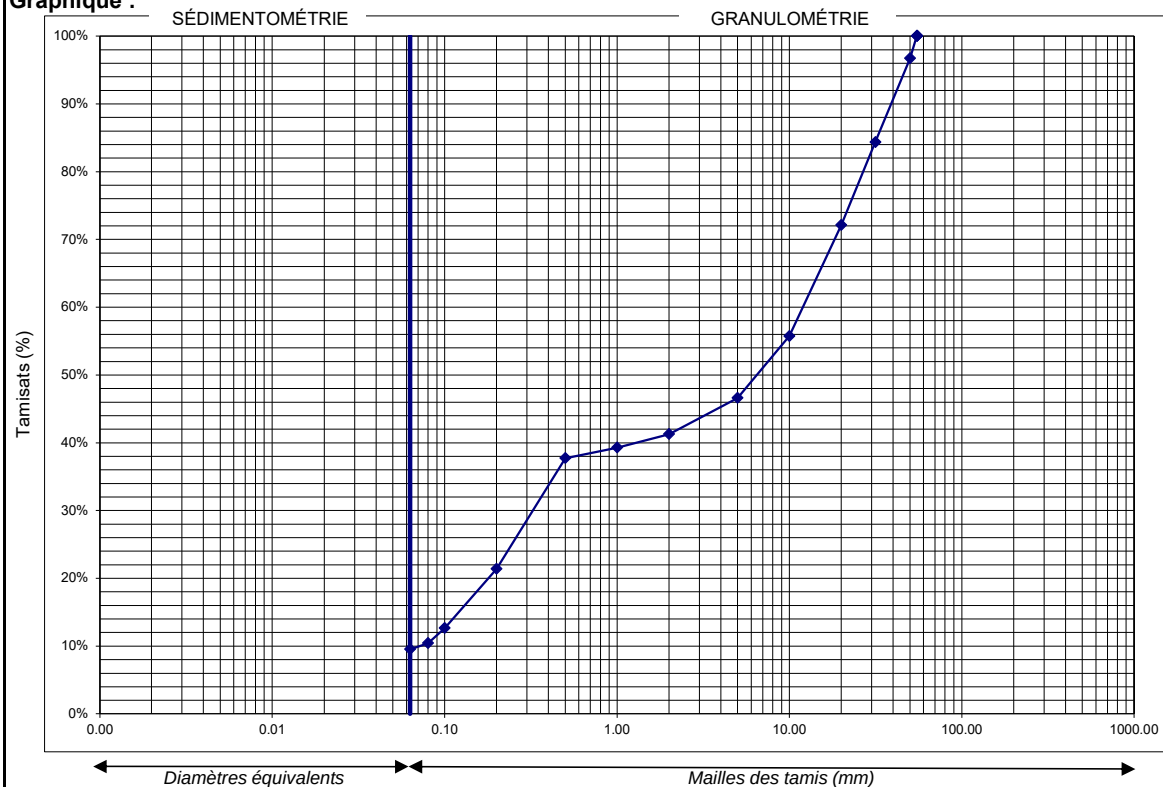
Date d'essai :

13/01/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	C1B3	Nature du sol selon Classification granulométrique	grave sableuse
Nature du sol :	grave sableuse grise	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 96.69%	2 mm = 41.27%		Plus gros élément
20 mm = 72.09%	80 µm = 10.42%	dm = 80 mm	Dmax = 55 mm
5 mm = 46.61%	63 µm = 9.51%		

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	96.69	84.33	72.09	55.73	46.61	41.27	39.26	37.73	21.39	12.62	10.42	9.51
Refus %			3.31	15.67	27.91	44.27	53.39	58.73	60.74	62.27	78.61	87.38	89.58	90.49

Observations :

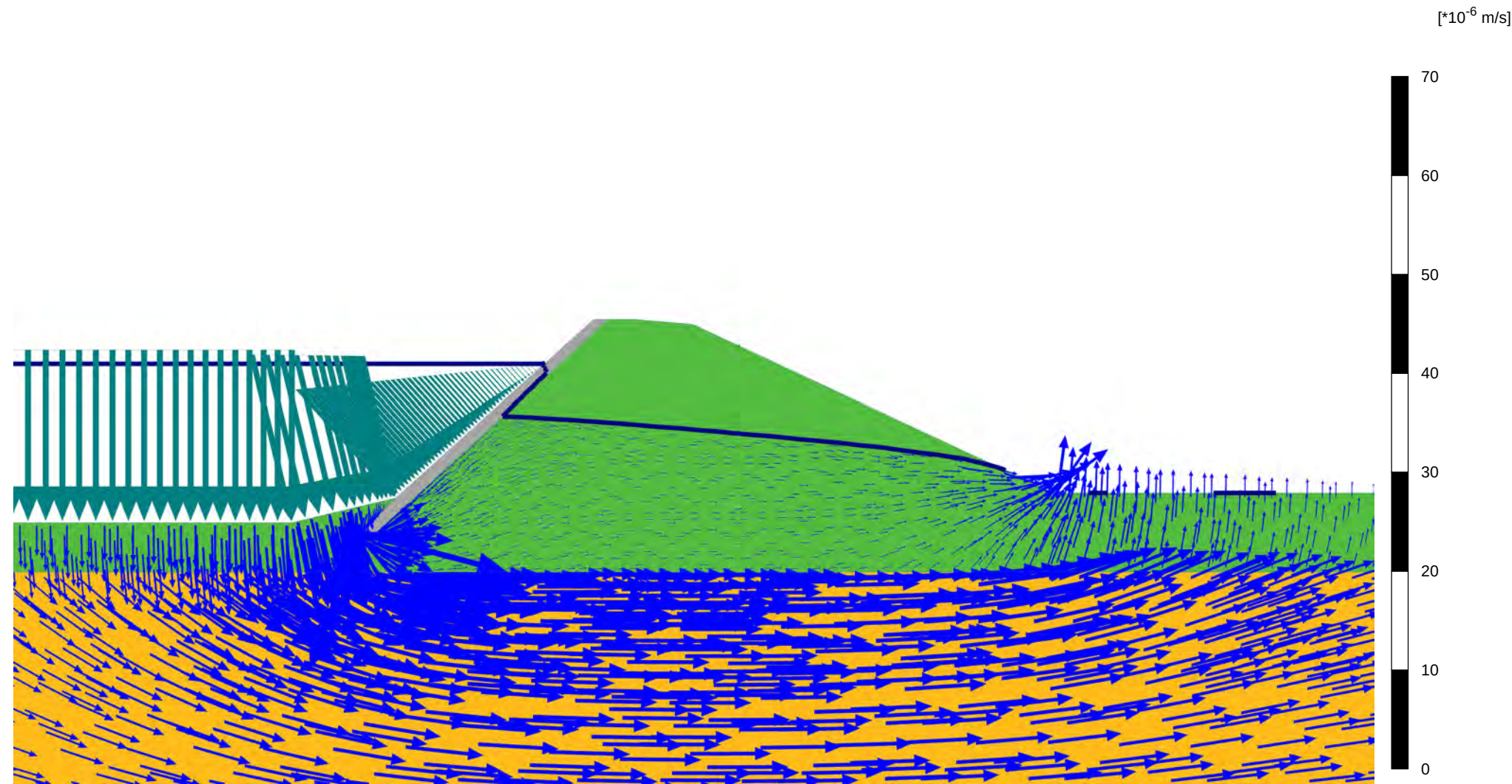
sedim impossible -10%

ANNEXE N°4

Résultats des modélisations numériques secteur AEP amont Profil PR03-1

ANNEXE N°4.1

Résultats des modélisations numériques Plaxis – Profil PR03-1



Groundwater flow |q| (scaled up 200*10³ times)

Maximum value = 0,01532*10⁻³ m/s (Element 373 at Stress point 4467)

Minimum value = 0,04248*10⁻¹² m/s (Element 511 at Stress point 6121)



Project description

AEP1 amont - Pertuis_Q30

Date

09/05/2023

Project filename

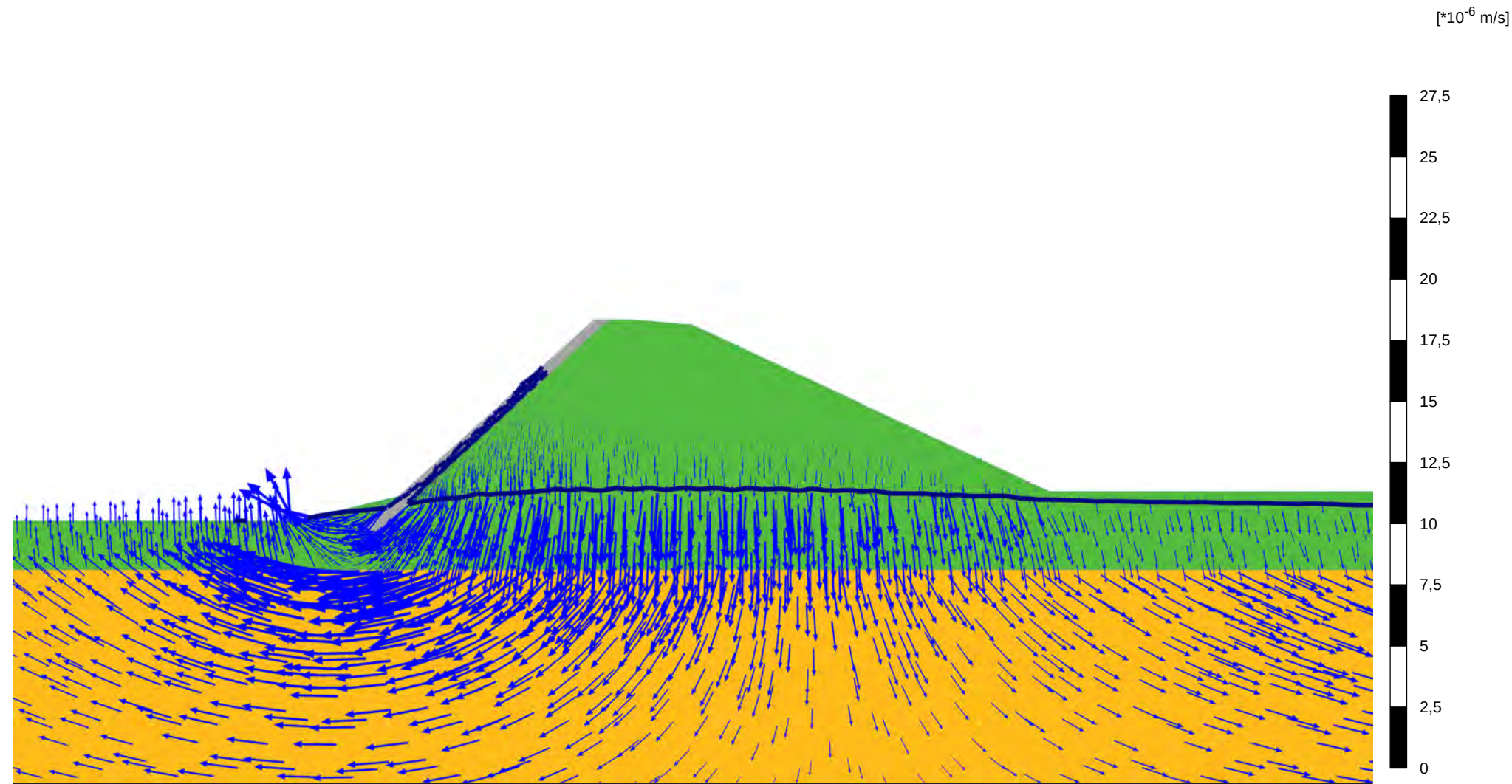
AEP1 amont - Pertuis

Step

4

User name

GEOLITHE



Groundwater flow |q| (scaled up $500*10^3$ times)

Maximum value = $4,699*10^{-6}$ m/s (Element 40 at Stress point 474)

Minimum value = $0,03314*10^{-12}$ m/s (Element 511 at Stress point 6121)



Project description

AEP1 amont - Pertuis_DQ30

Date

09/05/2023

Project filename

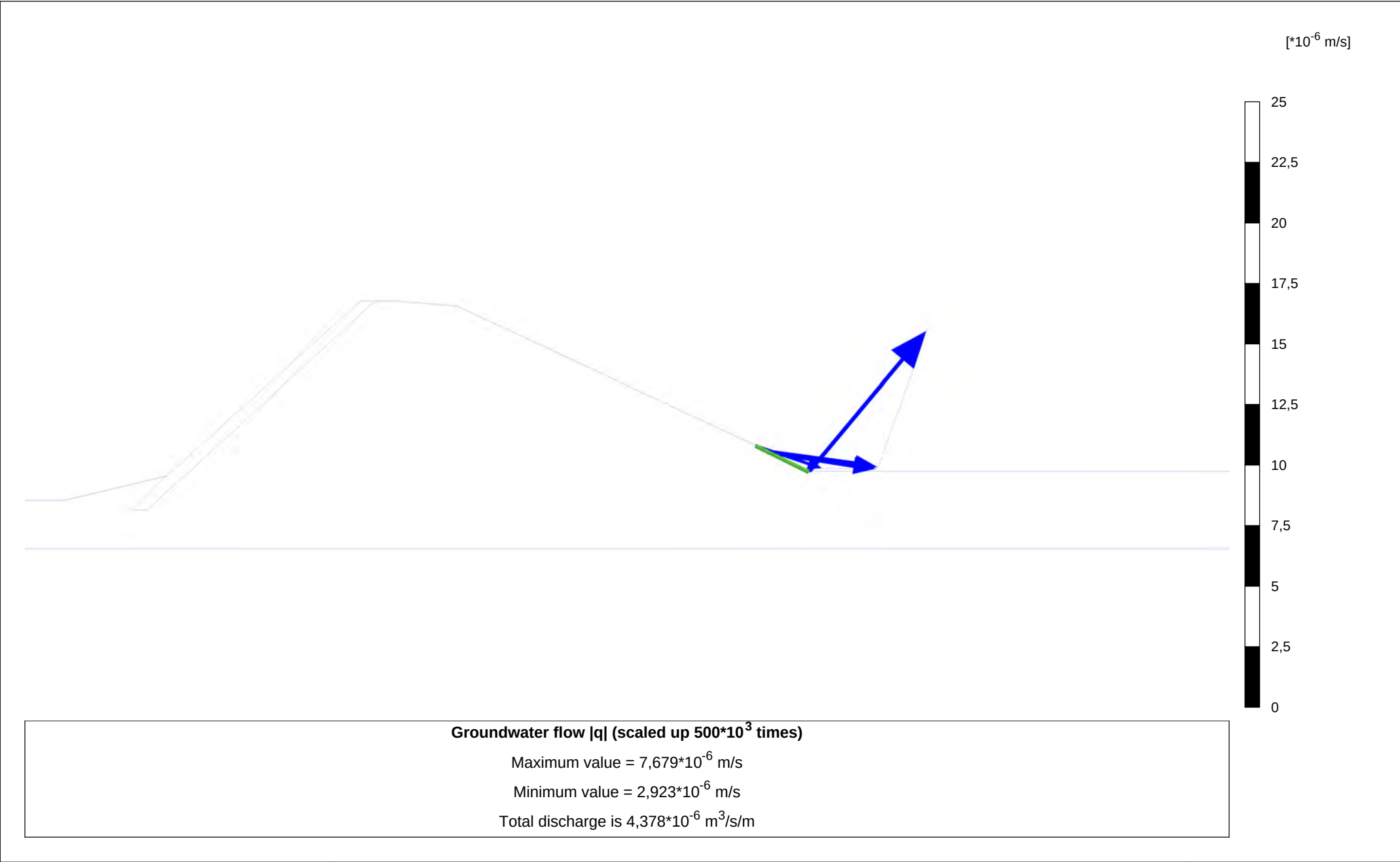
AEP1 amont - Pertuis

Step

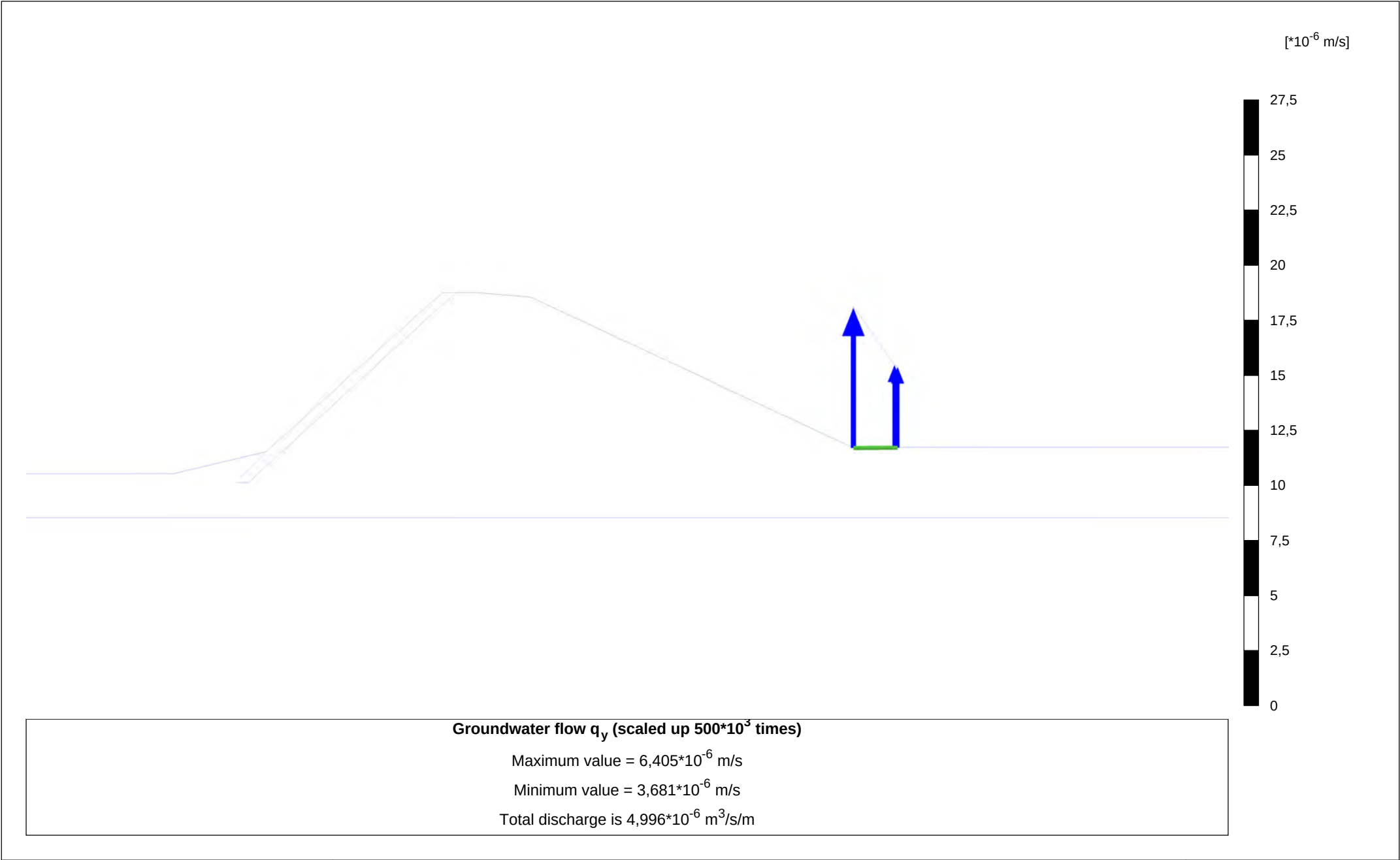
191

User name

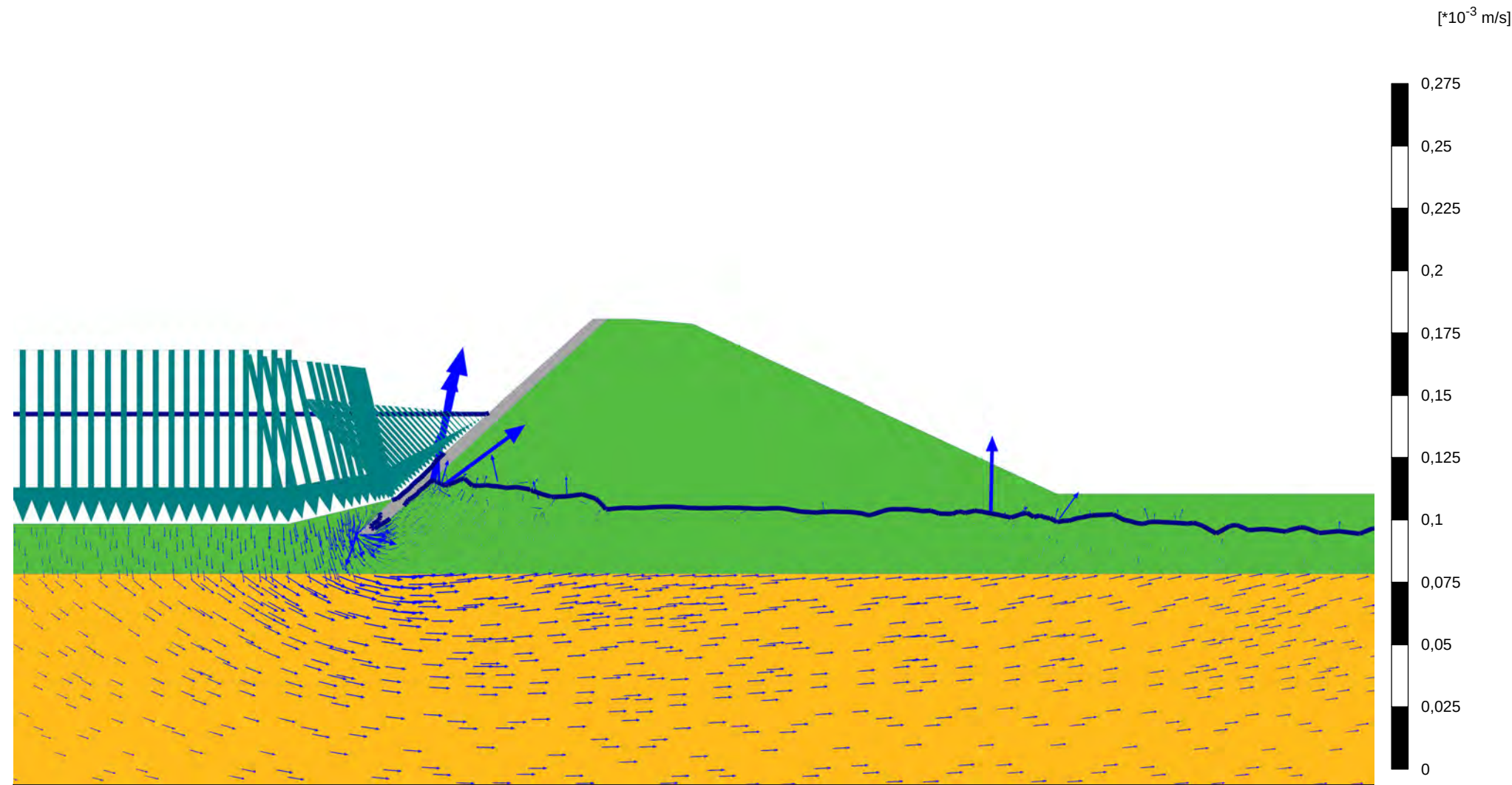
GEOLITHE



	<i>Project description</i> AEP1 amont - Pertuis_Q30-suffusion		<i>Date</i> 09/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP1 amont - Pertuis	<i>Step</i> 4	<i>User name</i> GEOLITHE	



	<i>Project description</i> AEP1 amont - Pertuis_Q30-Boulance		<i>Date</i> 09/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP1 amont - Pertuis	<i>Step</i> 4	<i>User name</i> GEOLITHE	



Groundwater flow |q| (scaled up $50,0 \times 10^3$ times)

Maximum value = $0,05555 \times 10^{-3}$ m/s (Element 465 at Stress point 5569)

Minimum value = $3,315 \times 10^{-15}$ m/s (Element 508 at Stress point 6088)



Project description

AEP1 amont - Pertuis_Q30-Transitoire24+12h

Date

09/05/2023

Project filename

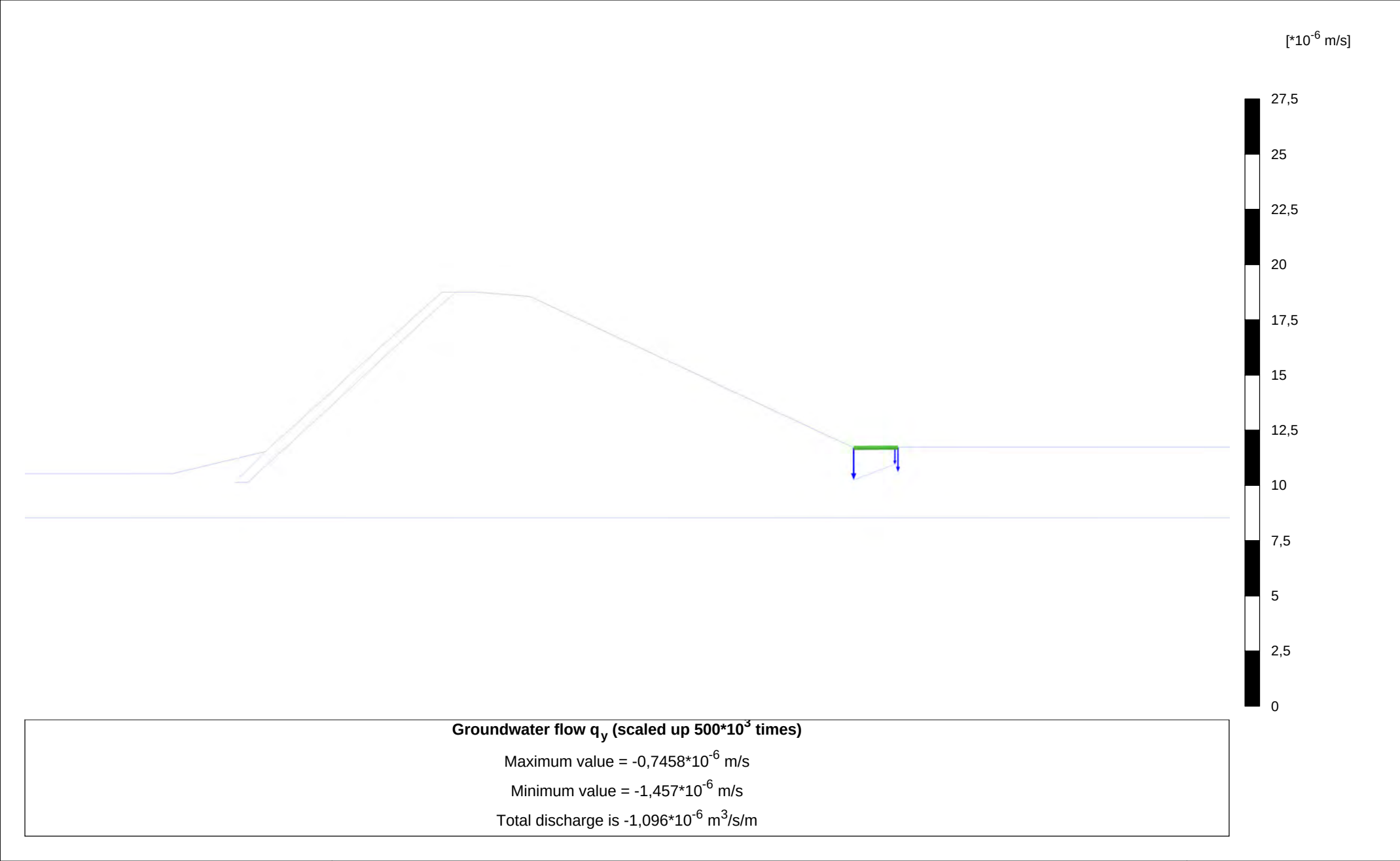
AEP1 amont - Pertuis

Step

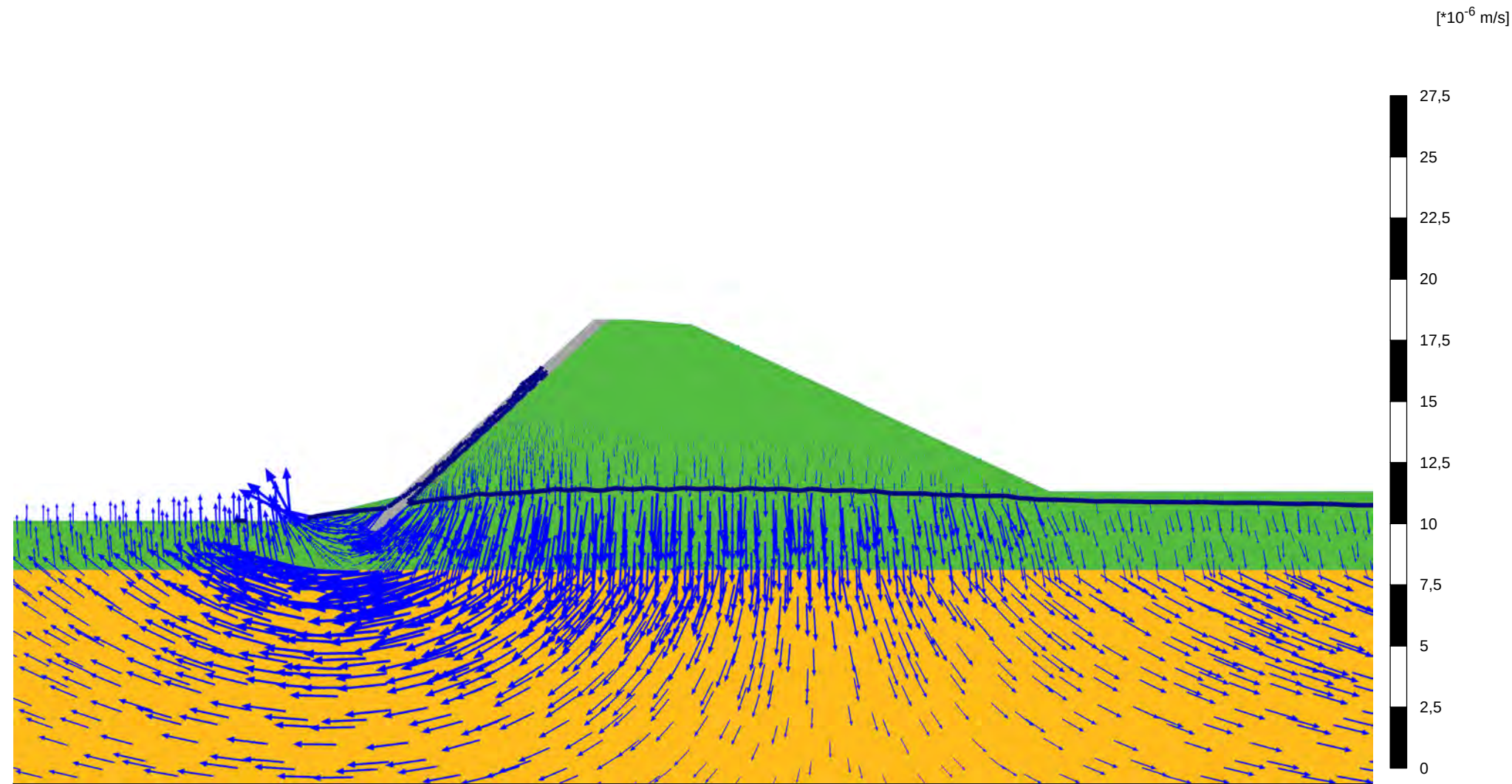
1428

User name

GEOLITHE



	<i>Project description</i> AEP1 amont - Pertuis_Q30-Transitoire-Boulance		<i>Date</i> 09/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP1 amont - Pertuis	<i>Step</i> 1428	<i>User name</i> GEOLITHE	



Groundwater flow |q| (scaled up $500 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $4,699 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ (Element 40 at Stress point 474)

Minimum value = $0,03314 \cdot 10^{-12} \text{ m/s}$ (Element 511 at Stress point 6121)



Project description

AEP1 amont - Pertuis_DQ30

Date

09/05/2023

Project filename

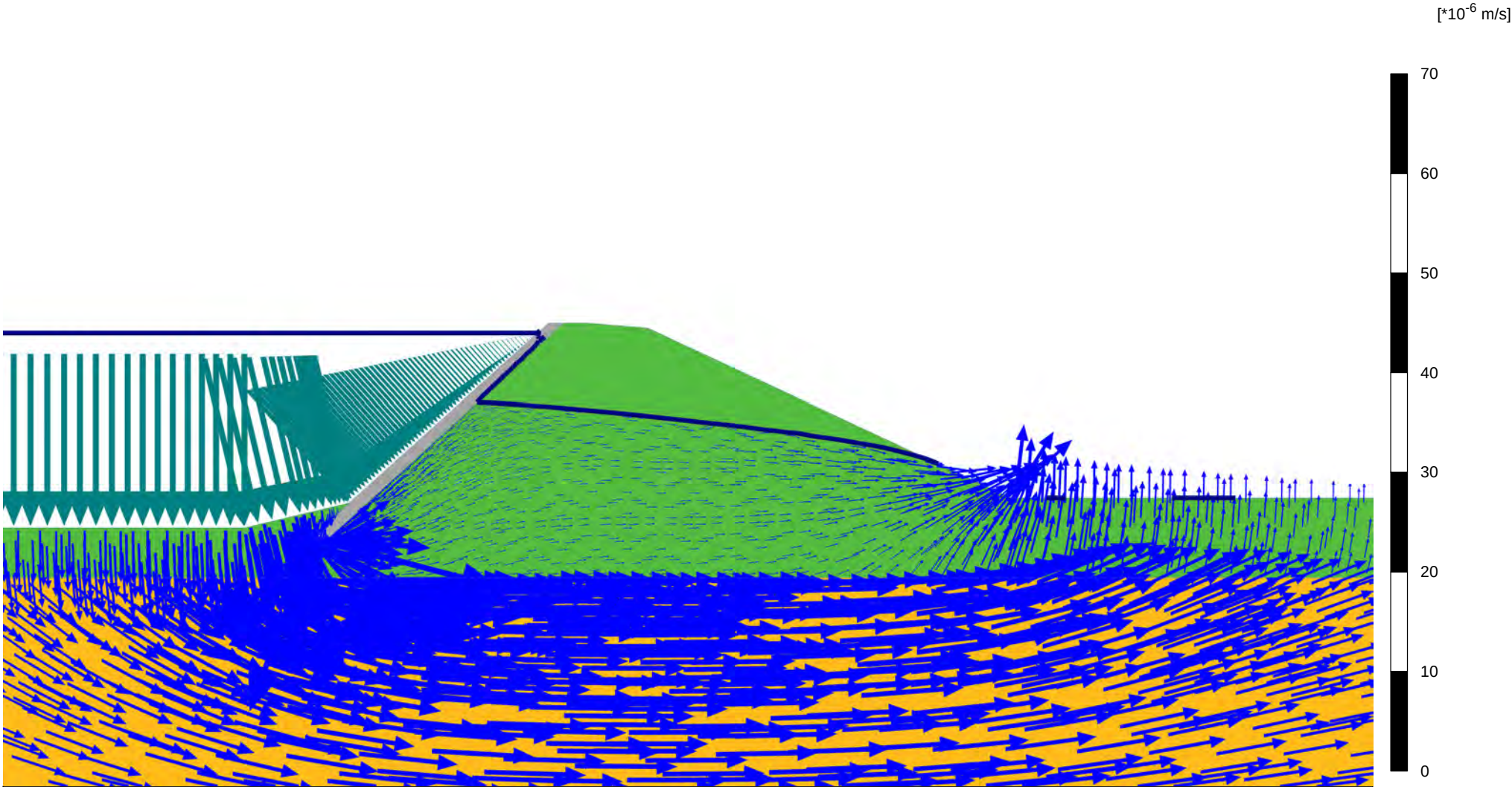
AEP1 amont - Pertuis

Step

191

User name

GEOLITHE



Groundwater flow |q| (scaled up 200*10³ times)

Maximum value = 0,01929*10⁻³ m/s (Element 373 at Stress point 4467)

Minimum value = 0,01628*10⁻⁹ m/s (Element 535 at Stress point 6410)



Project description

AEP1 amont - Pertuis_Q50

Date

09/05/2023

Project filename

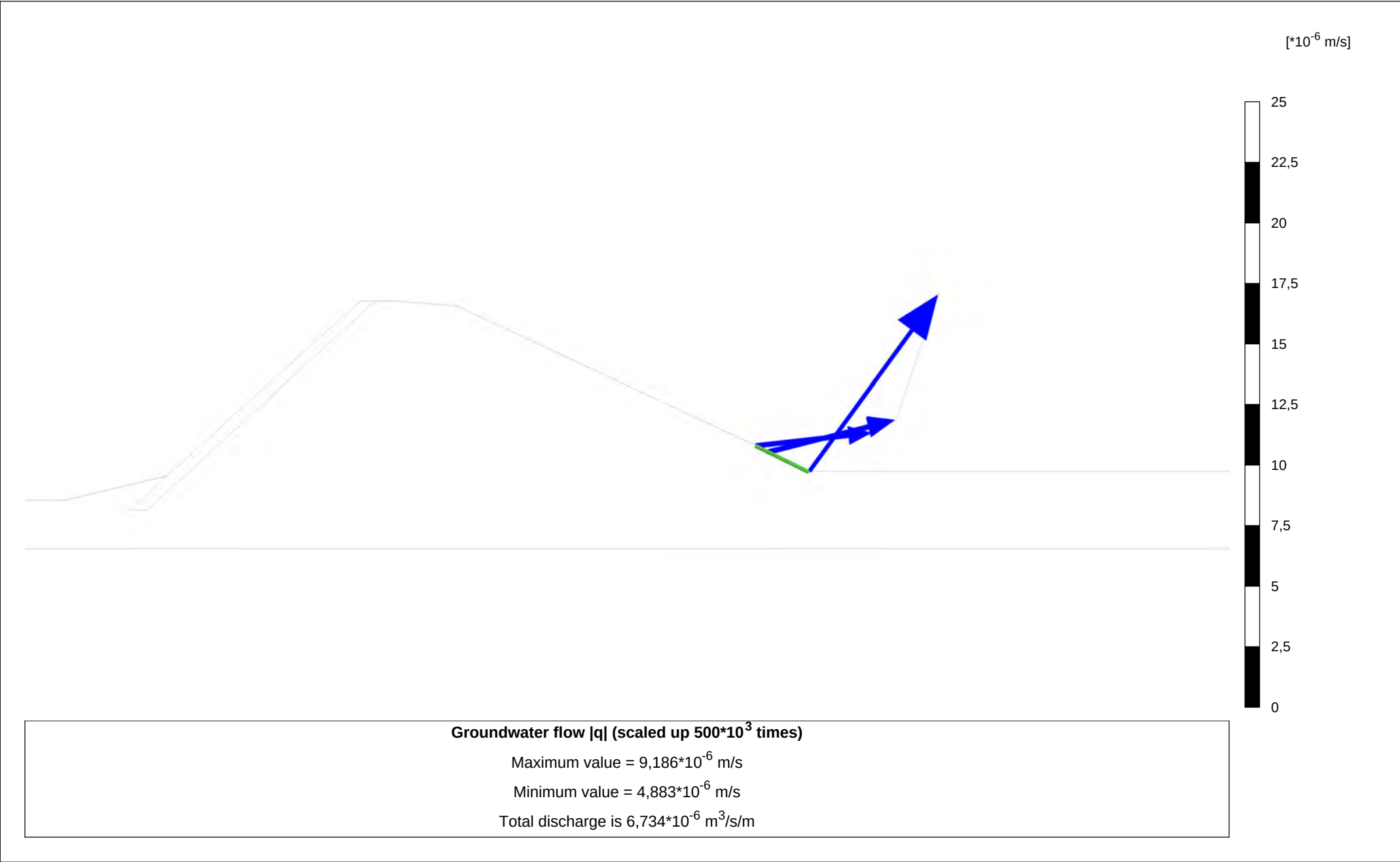
AEP1 amont - Pertuis

Step

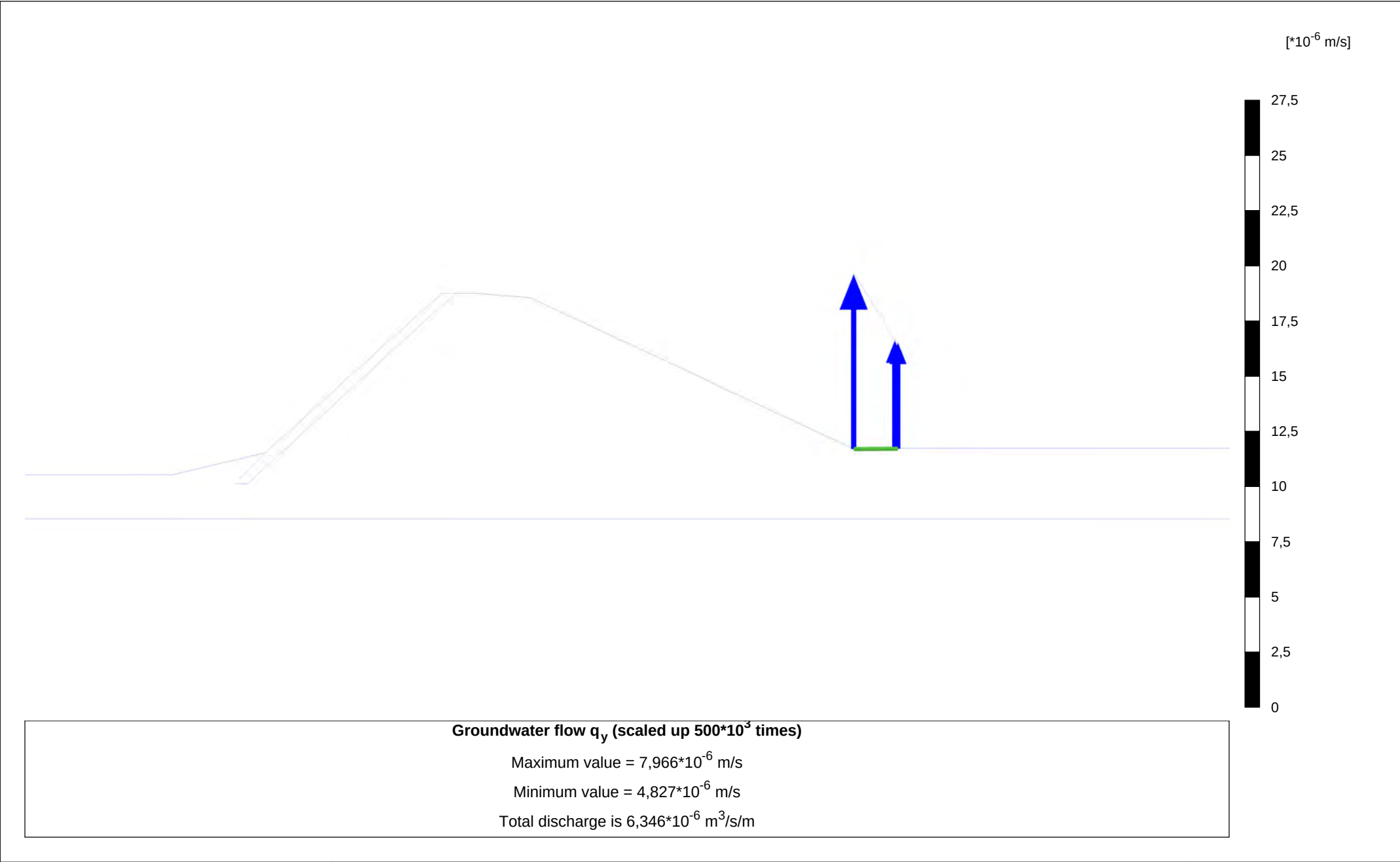
194

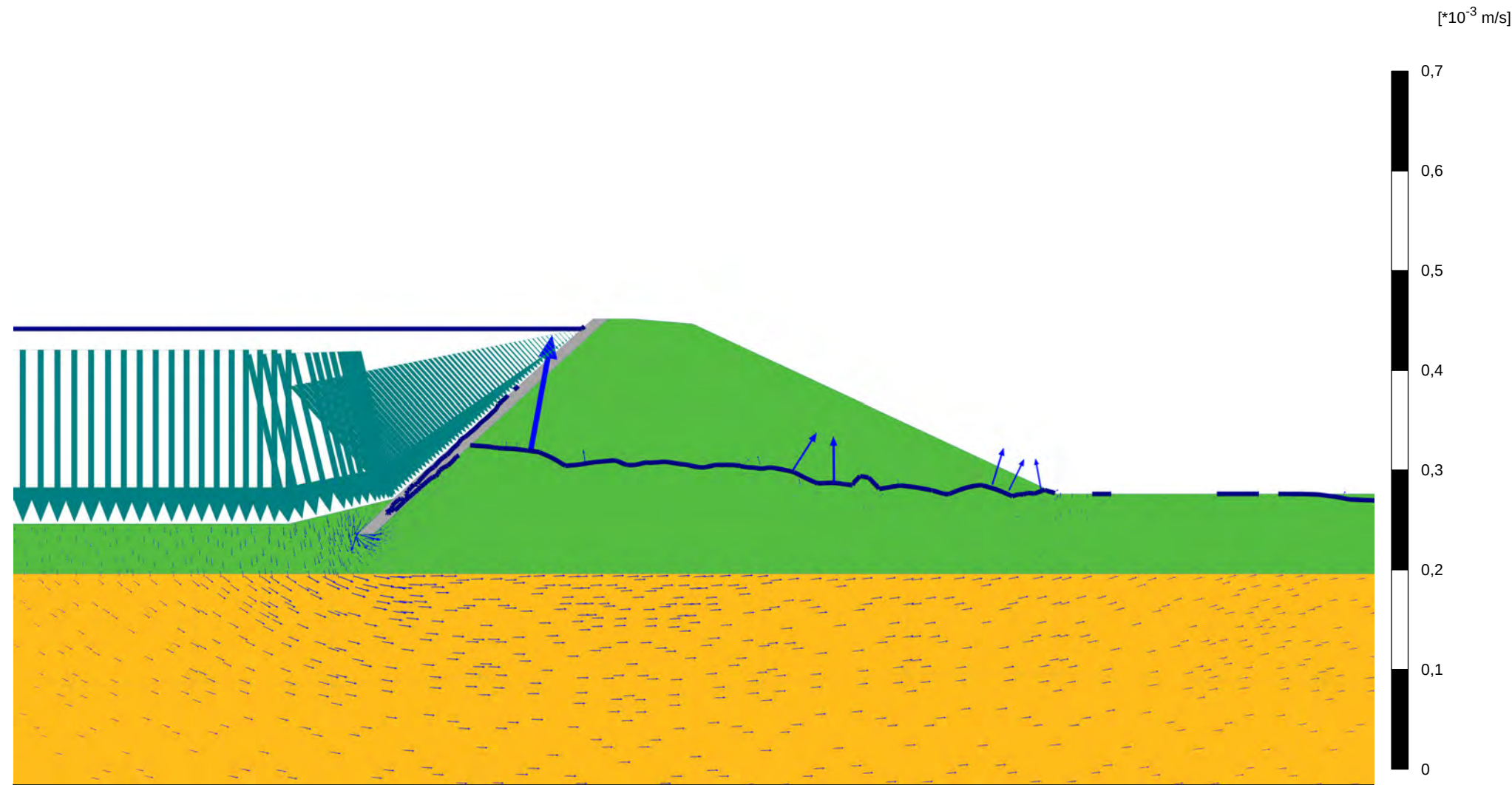
User name

GEOLITHE



	Project description		Date
	AEP1 amont - Pertuis_Q50-suffusion		09/05/2023
Project filename	Step	User name	
AEP1 amont - Pertuis	194	GEOLITHE	





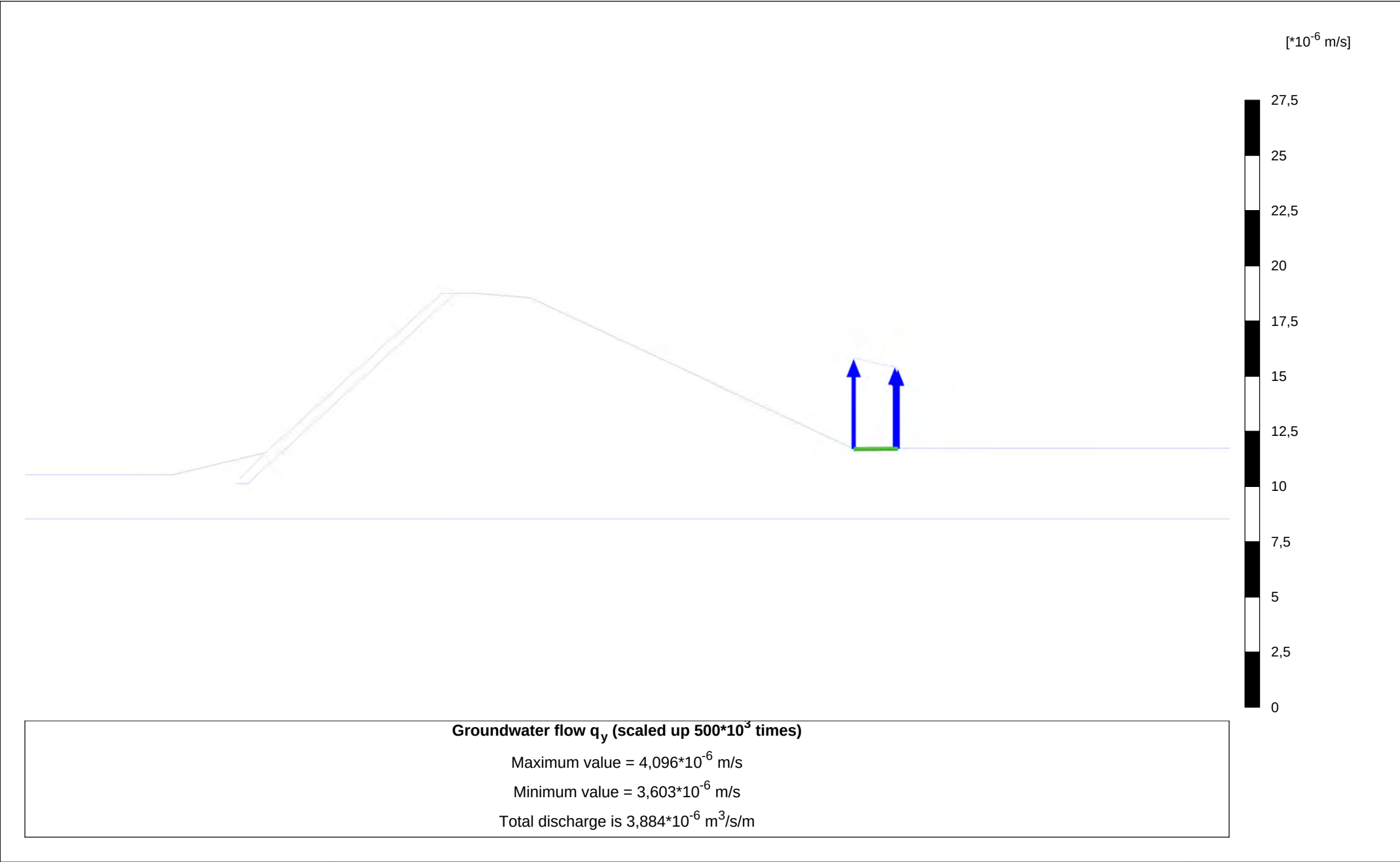
Groundwater flow |q| (scaled up 20,0*10³ times)

Maximum value = 0,1188*10⁻³ m/s (Element 432 at Stress point 5174)

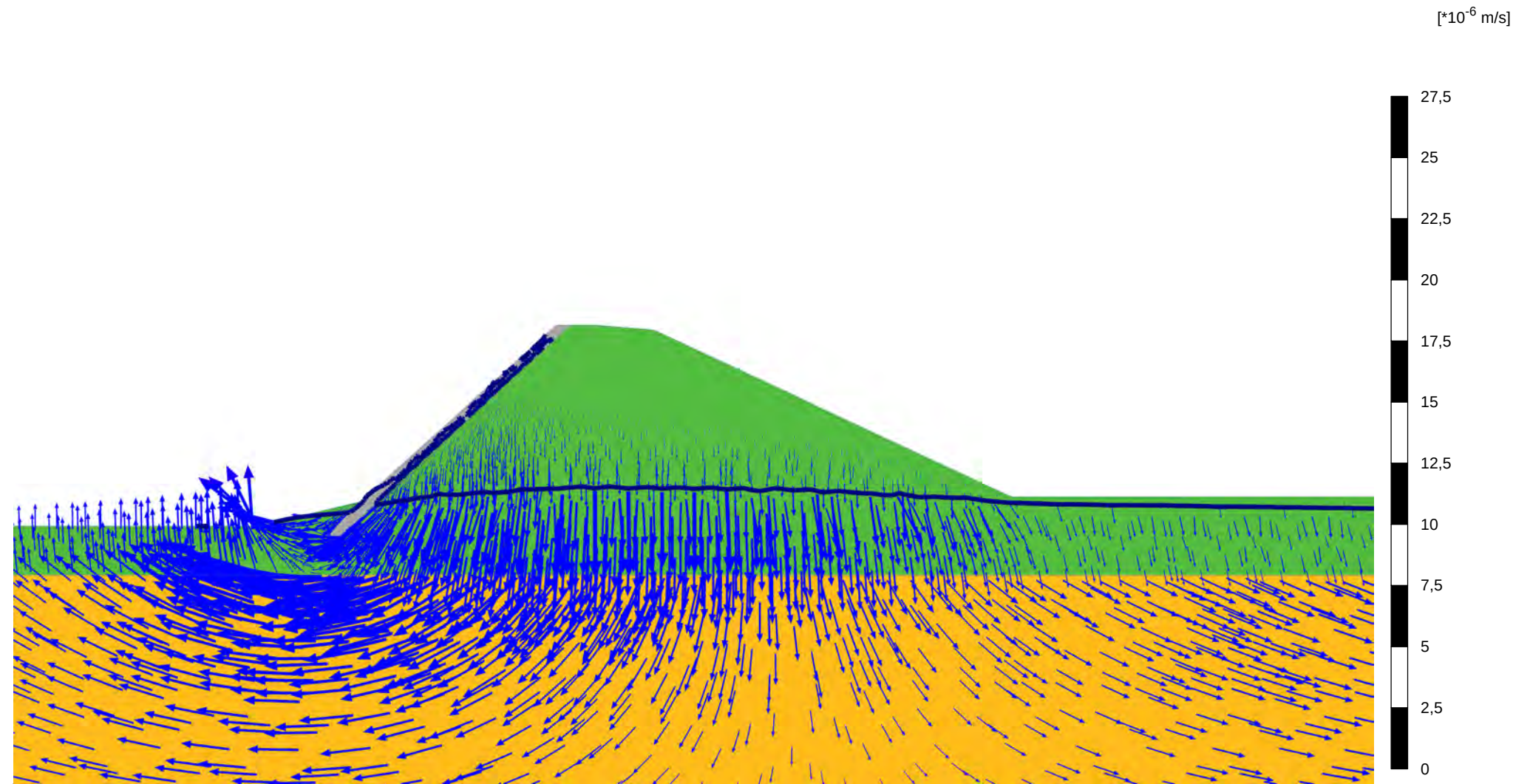
Minimum value = 0,01309*10⁻¹² m/s (Element 511 at Stress point 6125)



Project description		Date	
AEP1 amont - Pertuis_Q50-Transitoire24+12h		09/05/2023	
Project filename	Step	User name	
AEP1 amont - Pertuis	966	GEOLITHE	



	<i>Project description</i> AEP1 amont - Pertuis_Q50-Transitoire-Boulance		<i>Date</i> 09/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP1 amont - Pertuis	<i>Step</i> 966	<i>User name</i> GEOLITHE	



Groundwater flow |q| (scaled up $500 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $4,893 \cdot 10^{-6}$ m/s (Element 40 at Stress point 474)

Minimum value = $0,02342 \cdot 10^{-9}$ m/s (Element 511 at Stress point 6123)



Project description

AEP1 amont - Pertuis_DQ50

Date

09/05/2023

Project filename

AEP1 amont - Pertuis

Step

396

User name

GEOLITHE

ANNEXE N°4.2

Résultats des modélisations numériques Talren – Profil PR03-1

Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0594
Titre du calcul : AEP1 amont - Talus côté terre
Lieu : Pertuis
Commentaires : N/A
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3
yw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Limons sableux		19,0	32,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Sables et graviers		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Perré Béton		24,0	45,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

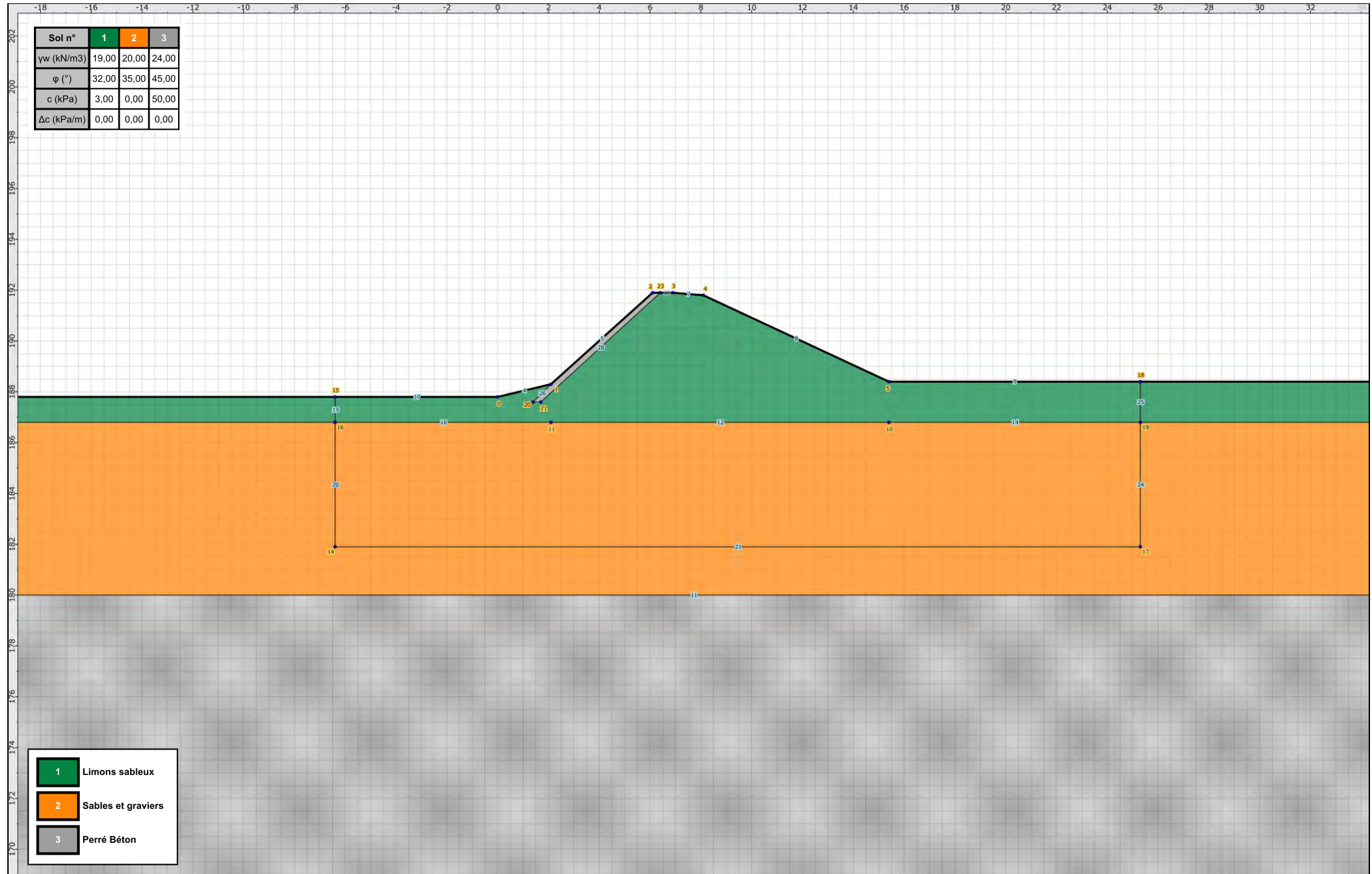
	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Limons sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Sables et graviers		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Perré Béton		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
0	-0,000	187,800	1	2,100	188,300	2	6,100	191,900	3	6,900	191,900	4	8,100	191,800	5	15,400	188,400
6	-50,000	187,800	7	-50,000	180,000	8	65,400	188,400	9	65,400	180,000	10	15,400	186,800	11	2,100	186,800
12	65,400	186,800	13	-50,000	186,800	14	-6,400	181,900	15	-6,400	187,800	16	-6,400	186,800	17	25,300	181,900
18	25,300	188,400	19	25,300	186,800	20	1,400	187,600	21	1,700	187,600	23	6,400	191,900			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	7	13	3	6	15	4	0	1	5	1	2	7	3	4	8	4	5	9	5	18
10	8	12	11	9	7	12	11	10	13	12	9	14	10	19	15	13	6	16	11	16
17	15	0	18	16	13	19	15	16	20	16	14	21	14	17	22	18	8	23	19	12
24	17	19	25	19	18	26	1	20	27	20	21	28	21	23	29	23	2	30	23	3



Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase initiale

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-50,000	186,400	0,00	2	65,400	186,400	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase initiale

Nom de la situation : Normale NNE

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,300
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3762

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1311; X0= 14,72; Y0= 197,52; R= 9,14

Données de la phase 2

Nom de la phase : Sismique

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-50,000	186,400	0,00	2	65,400	186,400	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Extrême et accidentelles (séisme SES)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 7,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

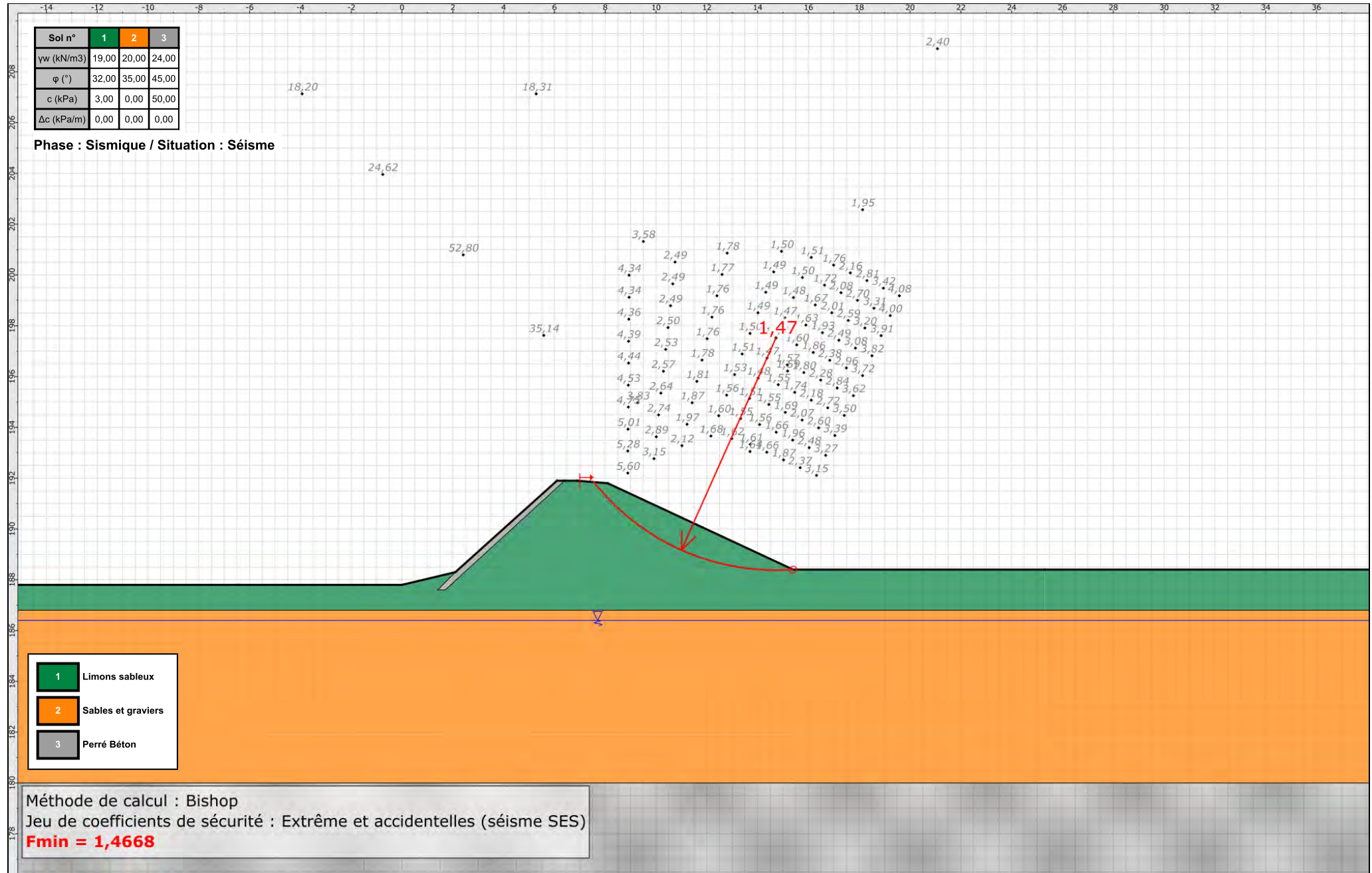
Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,110

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,4668

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1311; X0= 14,72; Y0= 197,52; R= 9,14



Données de la phase 3

Nom de la phase : Phase 3

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-50,000	191,200	2	5,330	191,200						

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Crue Q30

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

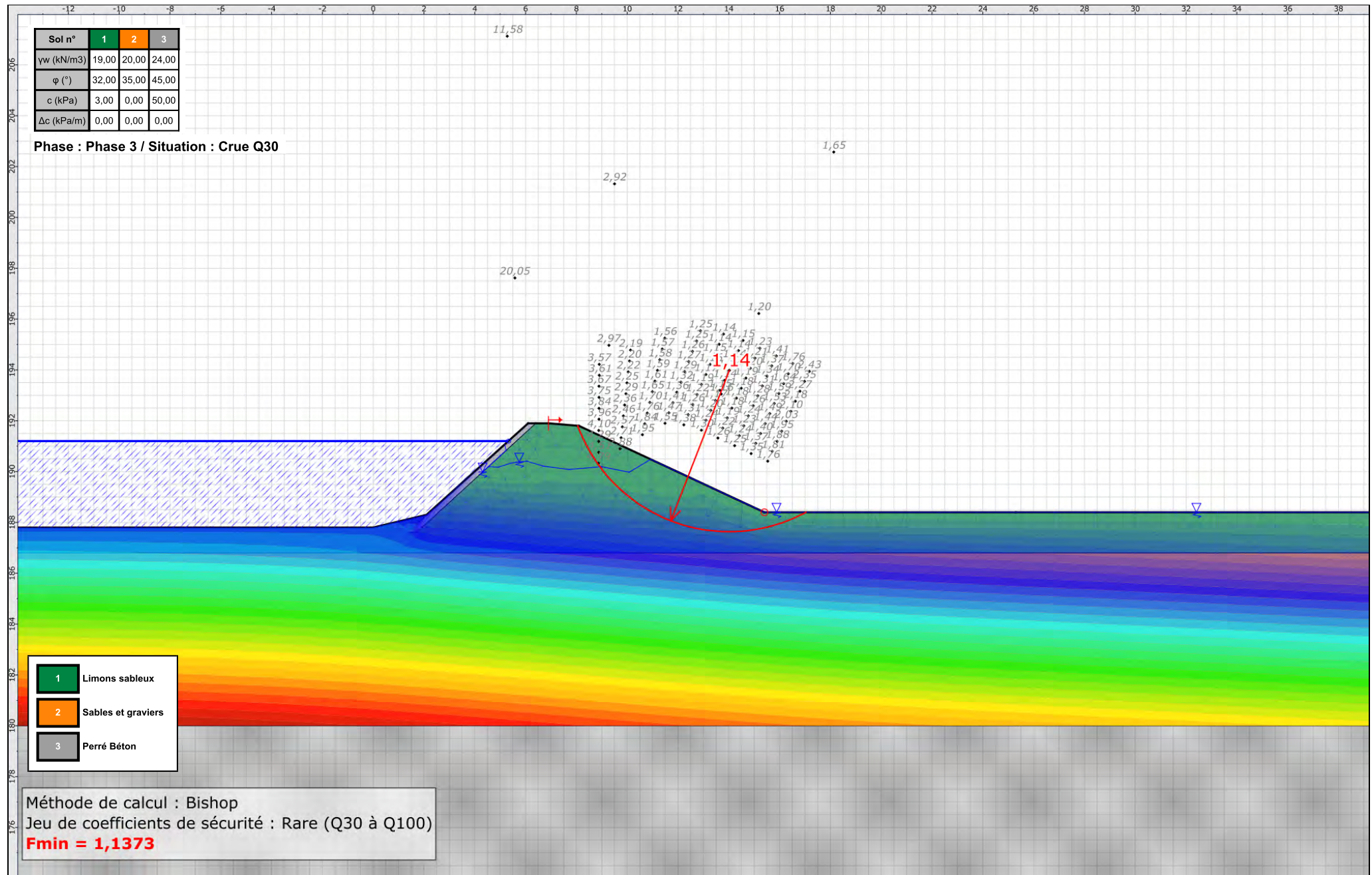
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1373

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1253; X0= 14,02; Y0= 193,98; R= 6,34

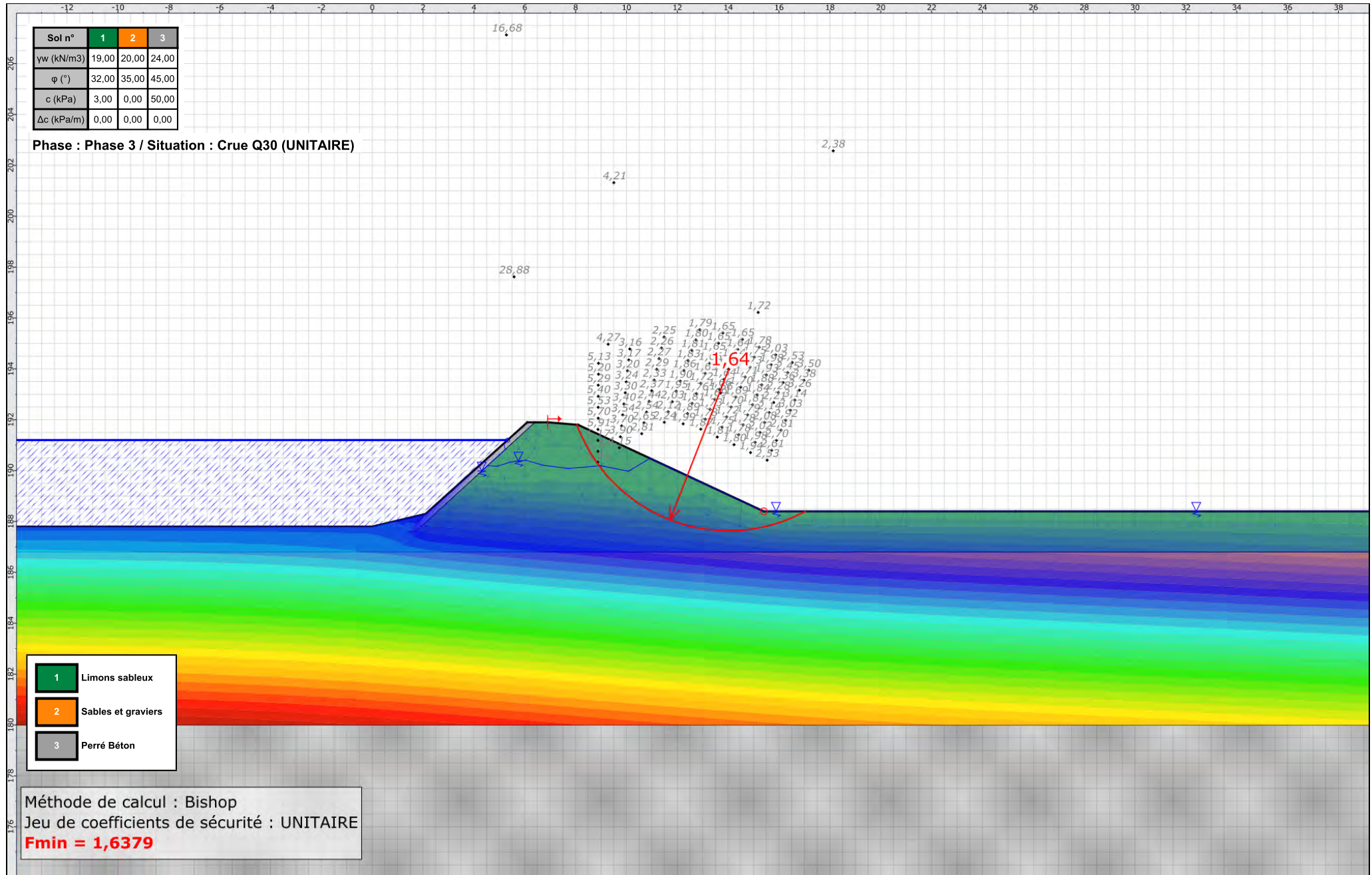


Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 3
Nom de la situation : Crue Q30 (UNITAIRE)
Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : UNITAIRE
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique
Nombre de découpages : 10
Incrément sur le rayon : 0,200
Abscisse émergence limite aval : 6,900
Type de recherche : Point de passage imposé
Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400
Nombre de tranches : 100
Prise en compte du séisme : Non
Résultats
Coefficient de sécurité minimal : 1,6379
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1253; X0= 14,02; Y0= 193,98; R= 6,34



Données de la phase 4

Nom de la phase : Phase 3 (Transitoire)

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-50,000	191,200	2	5,330	191,200						

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3 (Transitoire)

Nom de la situation : Crue Q30 Transitoire

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 12,000; Y= 191,500

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

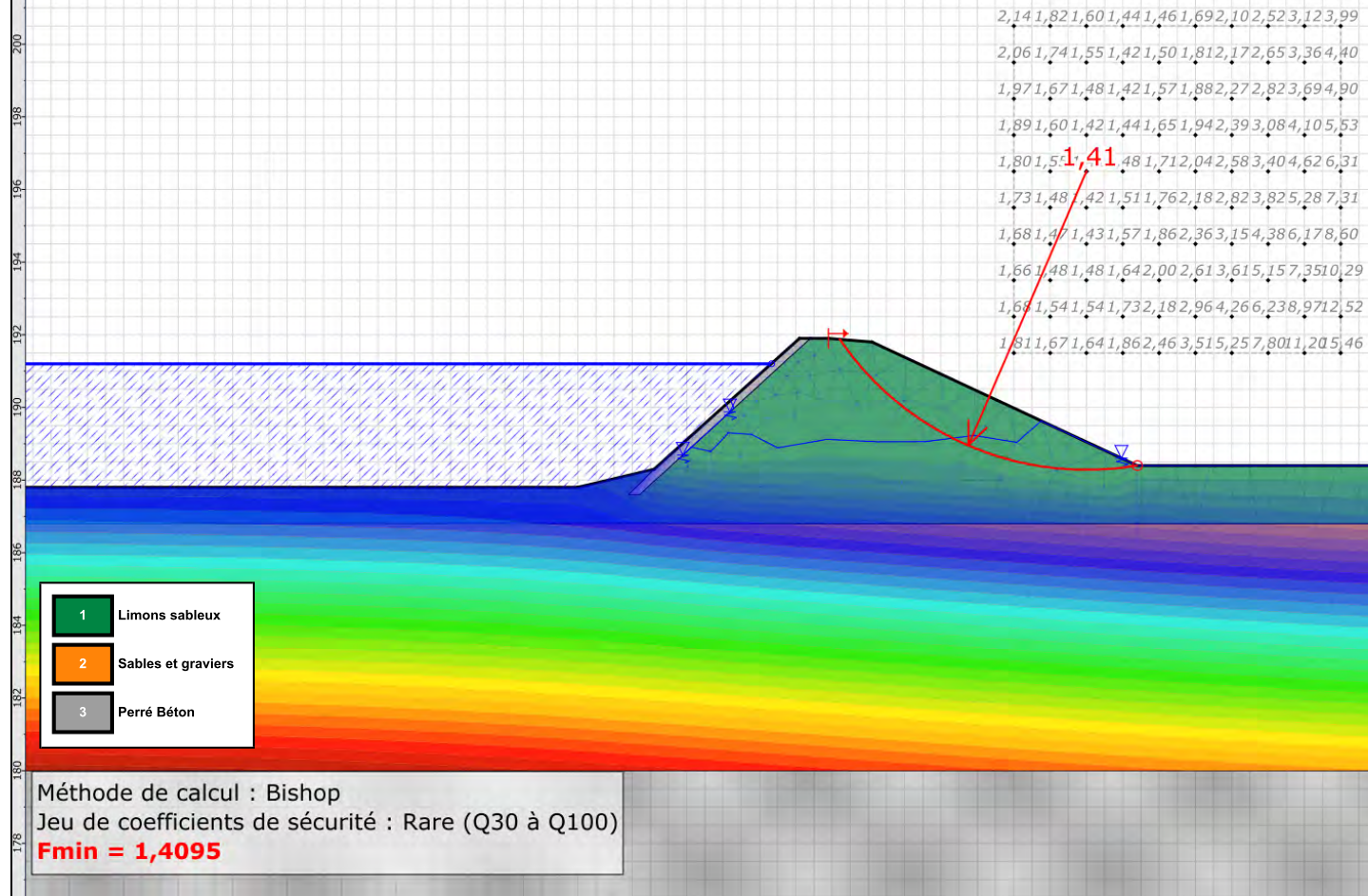
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,4095

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 521; X0= 14,00; Y0= 196,50; R= 8,22

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00	24,00
φ (°)	32,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	0,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 (Transitoire) / Situation : Crue Q30 Transitoire



Données de la phase 5

Nom de la phase : Phase 4

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-50,000	191,800	2	6,030	191,800						

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Crue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

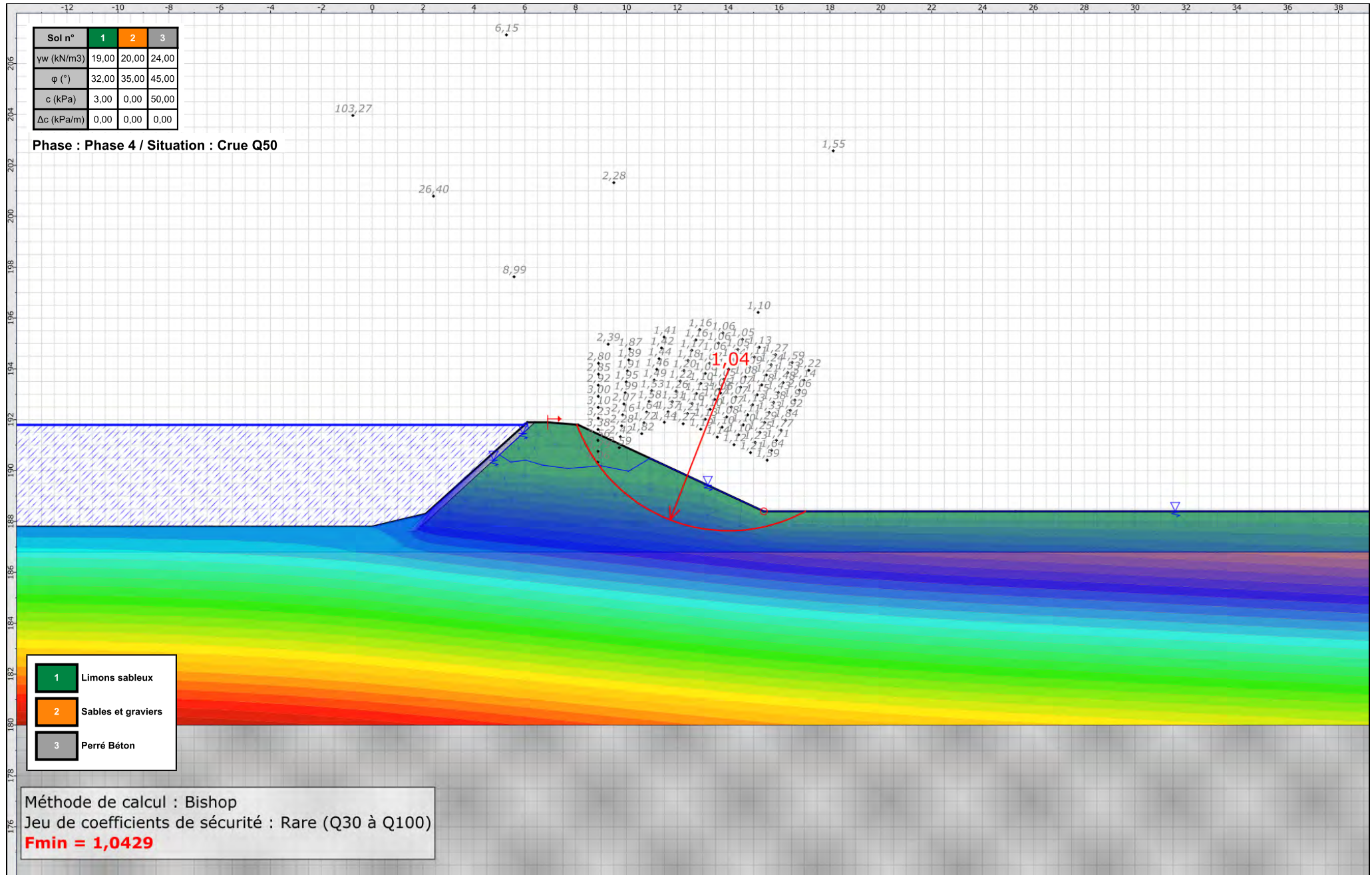
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0429

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1253; X0= 14,02; Y0= 193,98; R= 6,34



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Crue Q50 (UNITAIRE)

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : UNITAIRE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

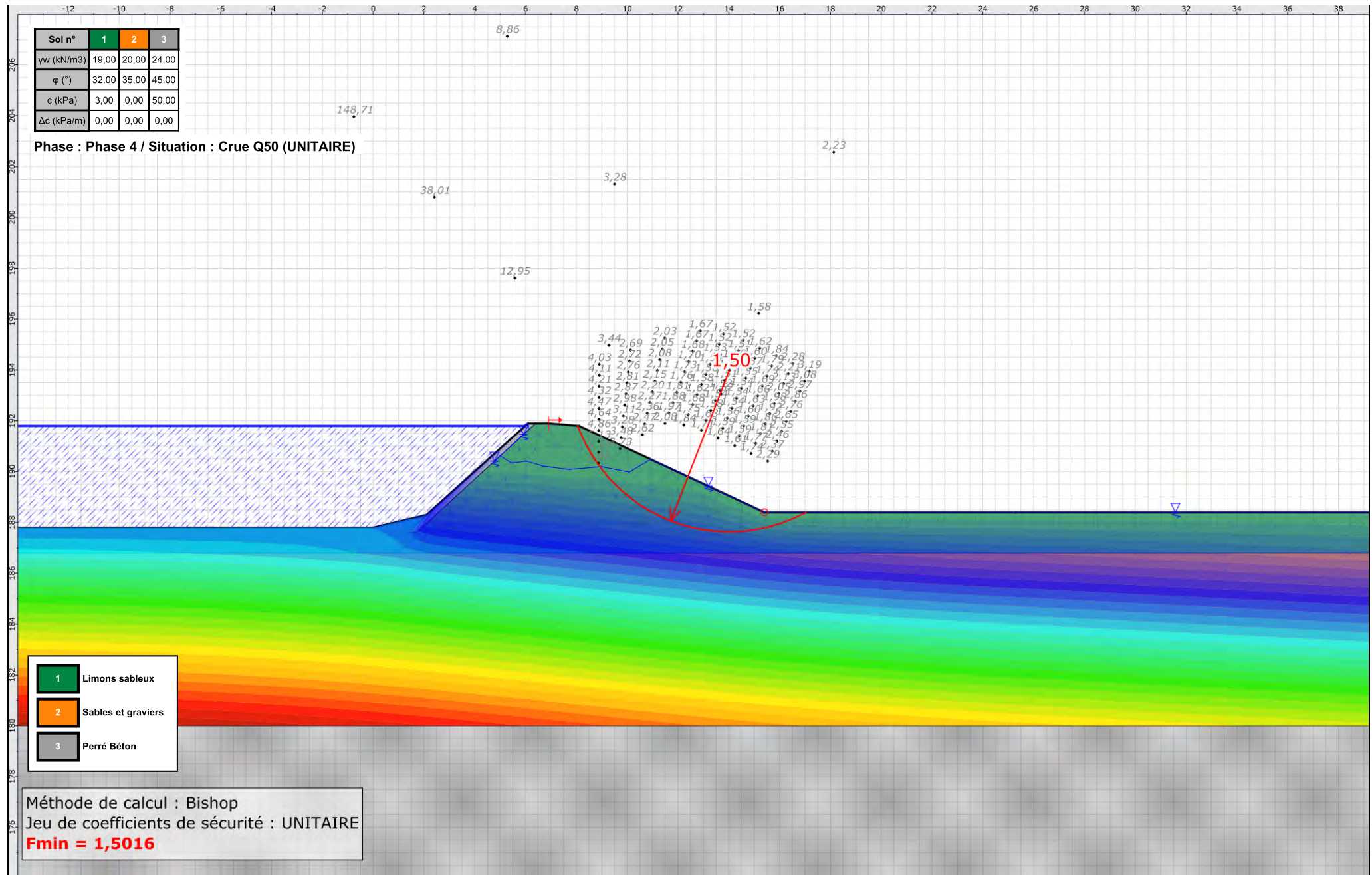
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5016

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1253; X0= 14,02; Y0= 193,98; R= 6,34



Données de la phase 6

Nom de la phase : Phase 4 (Transitoire)

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-50,000	191,800	2	6,030	191,800						



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 9 mai 2023 18:20:05
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP1 amont - Talus côté terre

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4 (Transitoire)

Nom de la situation : Crue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= 12,057; Y= 191,800

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : 6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 15,400; Y= 188,400

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

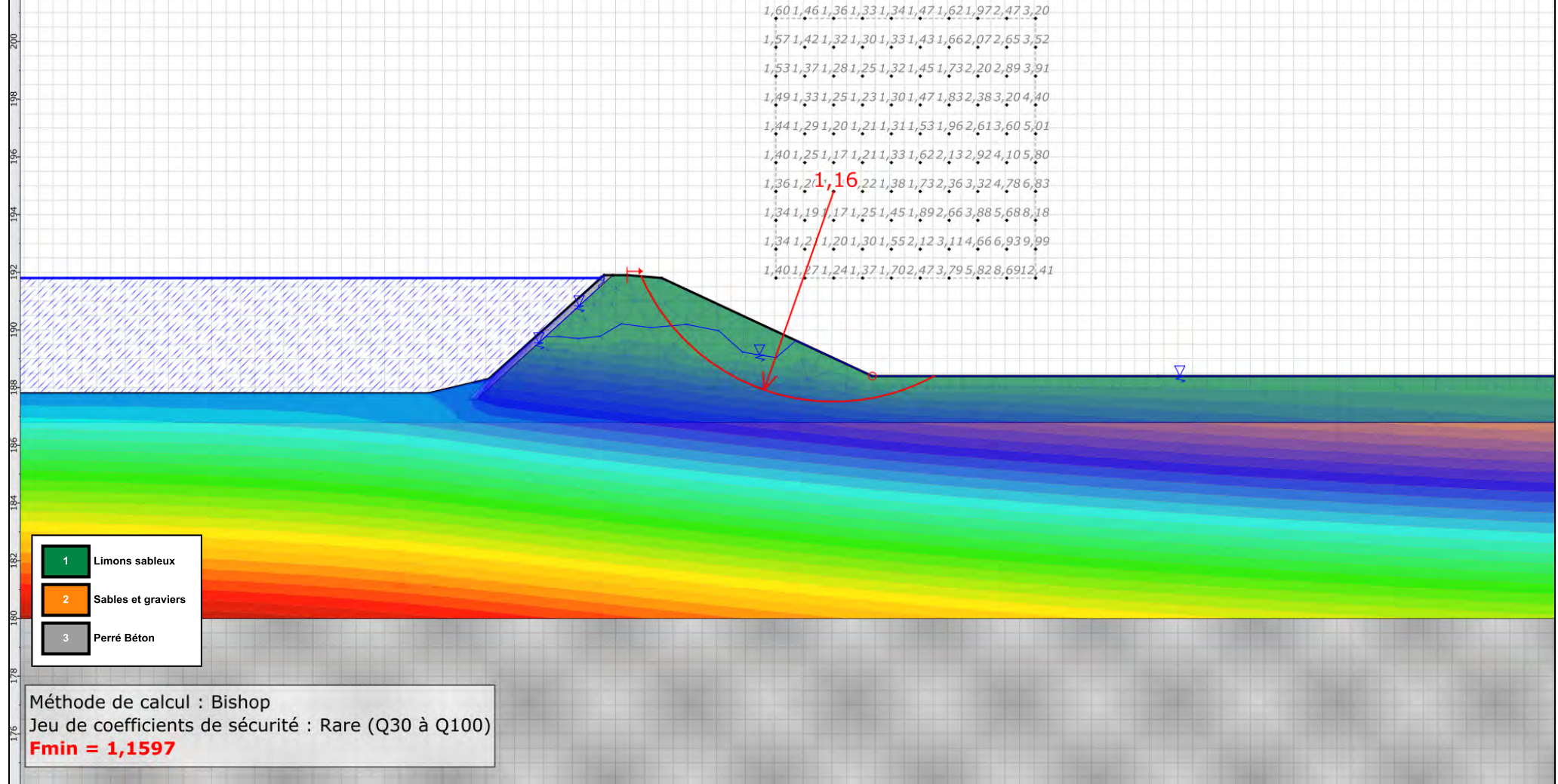
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1597

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= 14,06; Y0= 194,80; R= 7,28

Sol n°	1	2	3
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00	24,00
φ (°)	32,00	35,00	45,00
c (kPa)	3,00	0,00	50,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 4 (Transitoire) / Situation : Crue Q50



Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0594
Titre du calcul : AEP1 amont - Talus côté rivière
Lieu : Pertuis
Commentaires : N/A
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3
γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Limons sableux		19,0	32,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Sables et graviers		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Perré Béton		24,0	32,00	50,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Limons sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Sables et graviers		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Perré Béton		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
0	0,000	187,800	1	-2,100	188,300	2	-6,100	191,900	3	-6,900	191,900	4	-8,100	191,800	5	-15,400	188,400
6	50,000	187,800	7	50,000	180,000	8	-65,400	188,400	9	-65,400	180,000	10	-15,400	186,800	11	-2,100	186,800
12	-65,400	186,800	13	50,000	186,800	14	6,400	181,900	15	6,400	187,800	16	6,400	186,800	17	-25,300	181,900
18	-25,300	188,400	19	-25,300	186,800	20	-1,400	187,600	21	-1,700	187,600	23	-6,400	191,900			

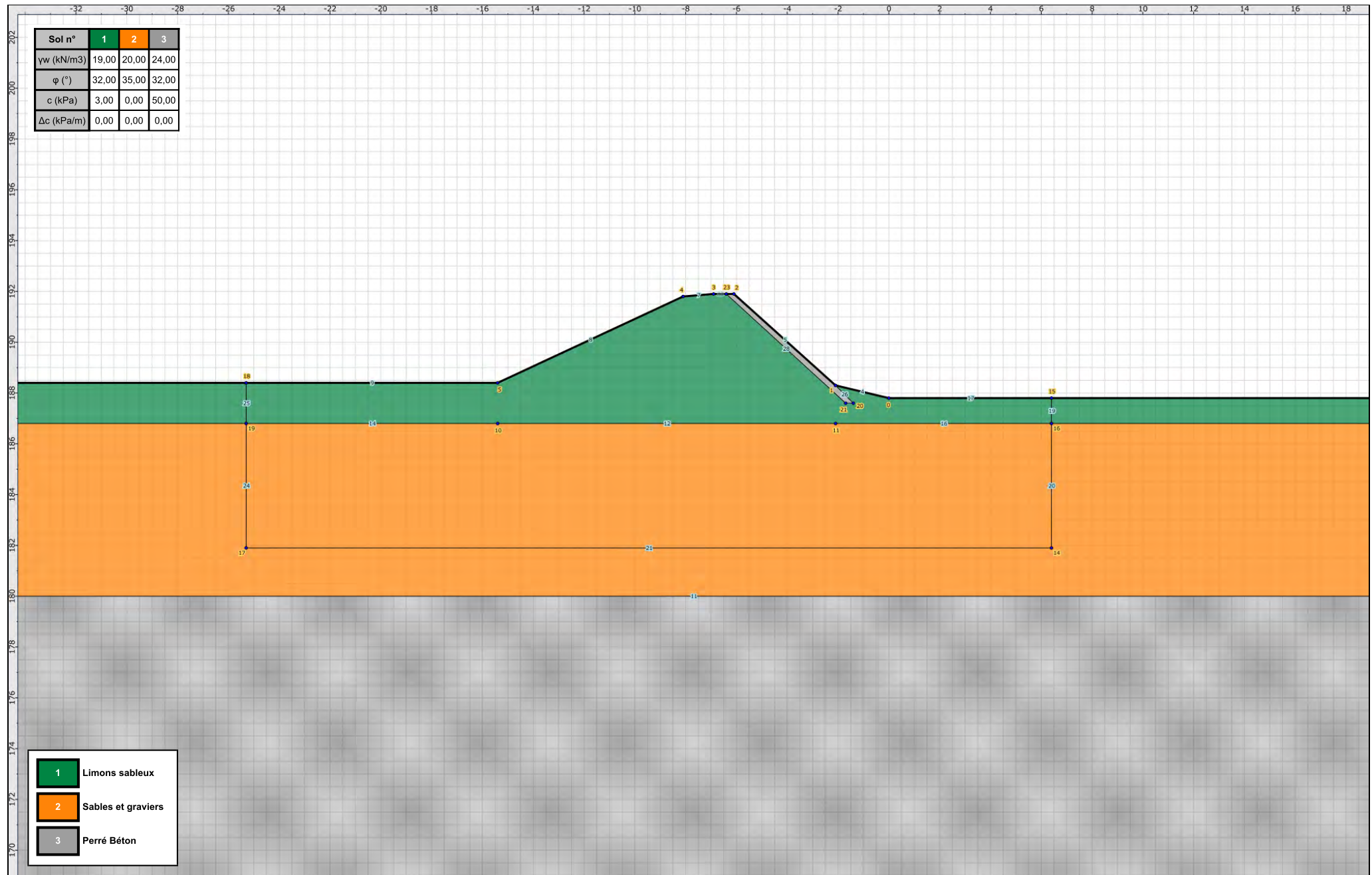
Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	7	13	3	6	15	4	0	1	5	1	2	7	3	4	8	4	5	9	5	18
10	8	12	11	9	7	12	11	10	13	12	9	14	10	19	15	13	6	16	11	16
17	15	0	18	16	13	19	15	16	20	16	14	21	14	17	22	18	8	23	19	12
24	17	19	25	19	18	26	1	20	27	20	21	28	21	23	29	23	2	30	23	3



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 9 mai 2023 18:23:01
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP1 amont - Talus côté rivière



Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase initiale

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-65,400	186,400	0,00	2	50,000	186,400	0,00									



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 9 mai 2023 18:23:01
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP1 amont - Talus côté rivière

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase initiale

Nom de la situation : Normale NNE

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,300
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,390; Y= 191,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

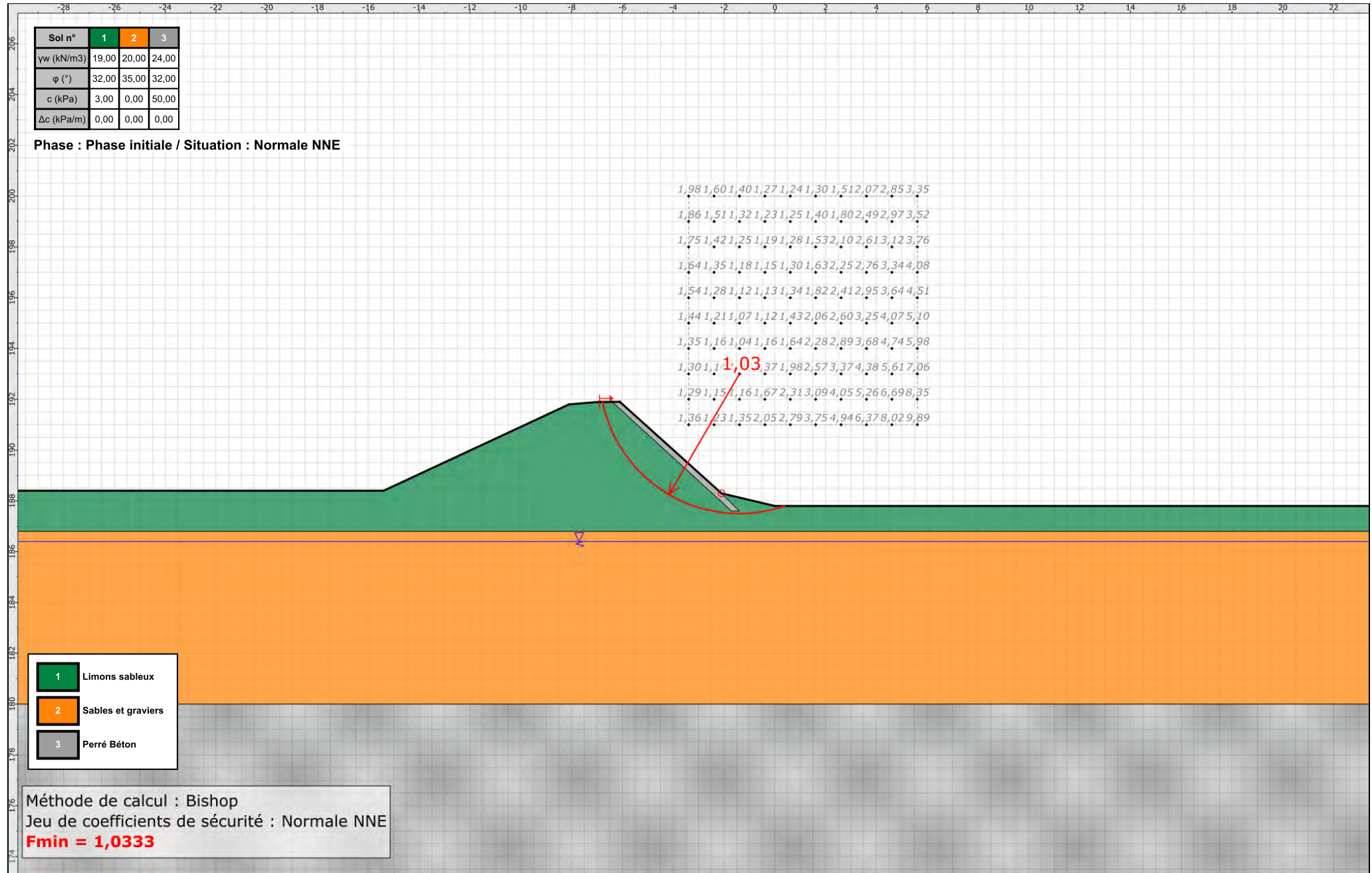
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0333

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 224; X0= -1,39; Y0= 193,00; R= 5,50

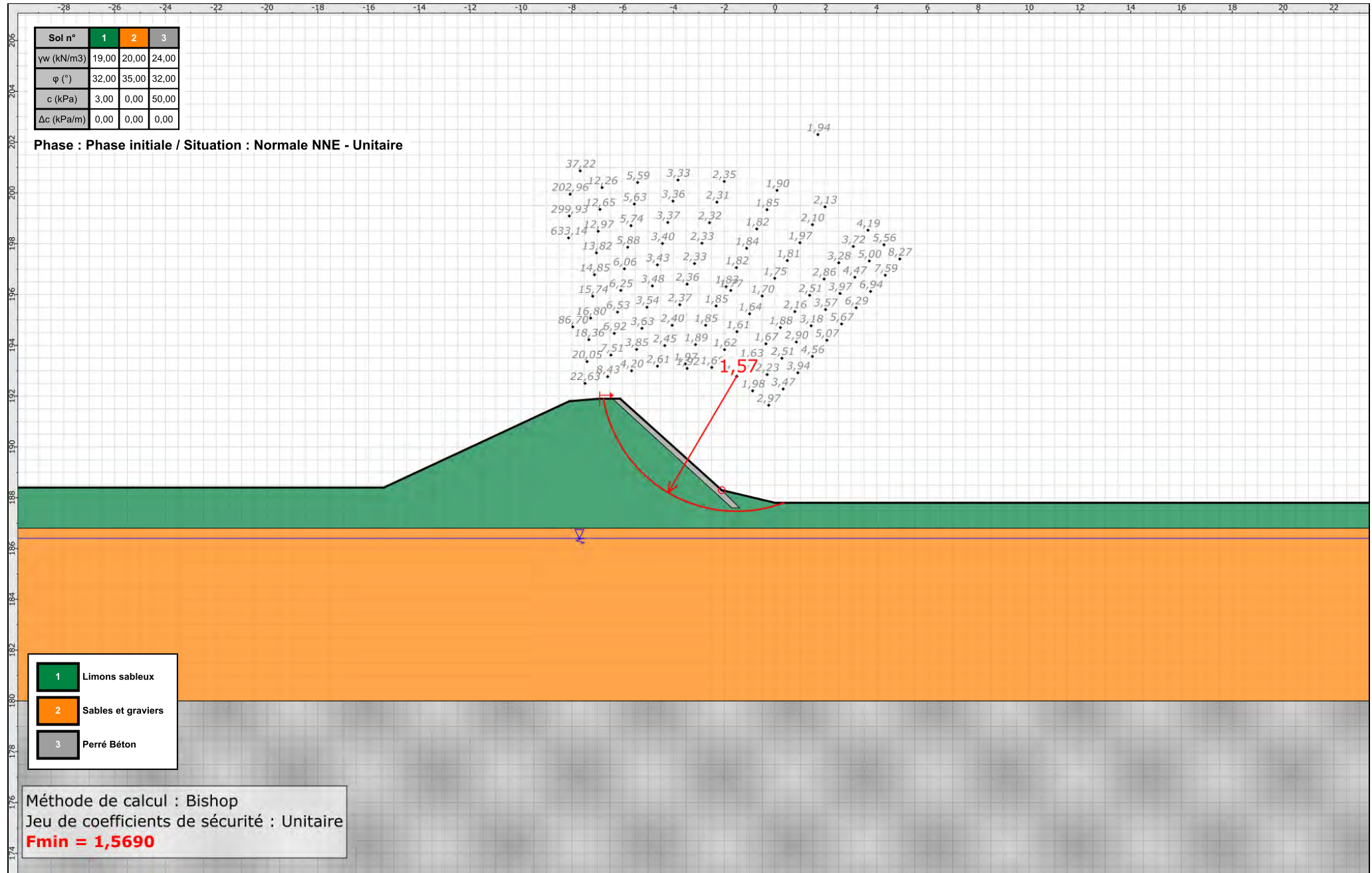


Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase initiale
Nom de la situation : Normale NNE - Unitaire
Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique
Nombre de découpages : 10
Incrément sur le rayon : 0,200
Abscisse émergence limite aval : -6,900
Type de recherche : Point de passage imposé
Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300
Nombre de tranches : 100
Prise en compte du séisme : Non
Résultats
Coefficient de sécurité minimal : 1,5690
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1083; X0= -1,51; Y0= 192,78; R= 5,31



Données de la phase 2

Nom de la phase : Sismique

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-65,400	186,400	0,00	2	50,000	186,400	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Extrême et accidentelles (séisme SES)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : -6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

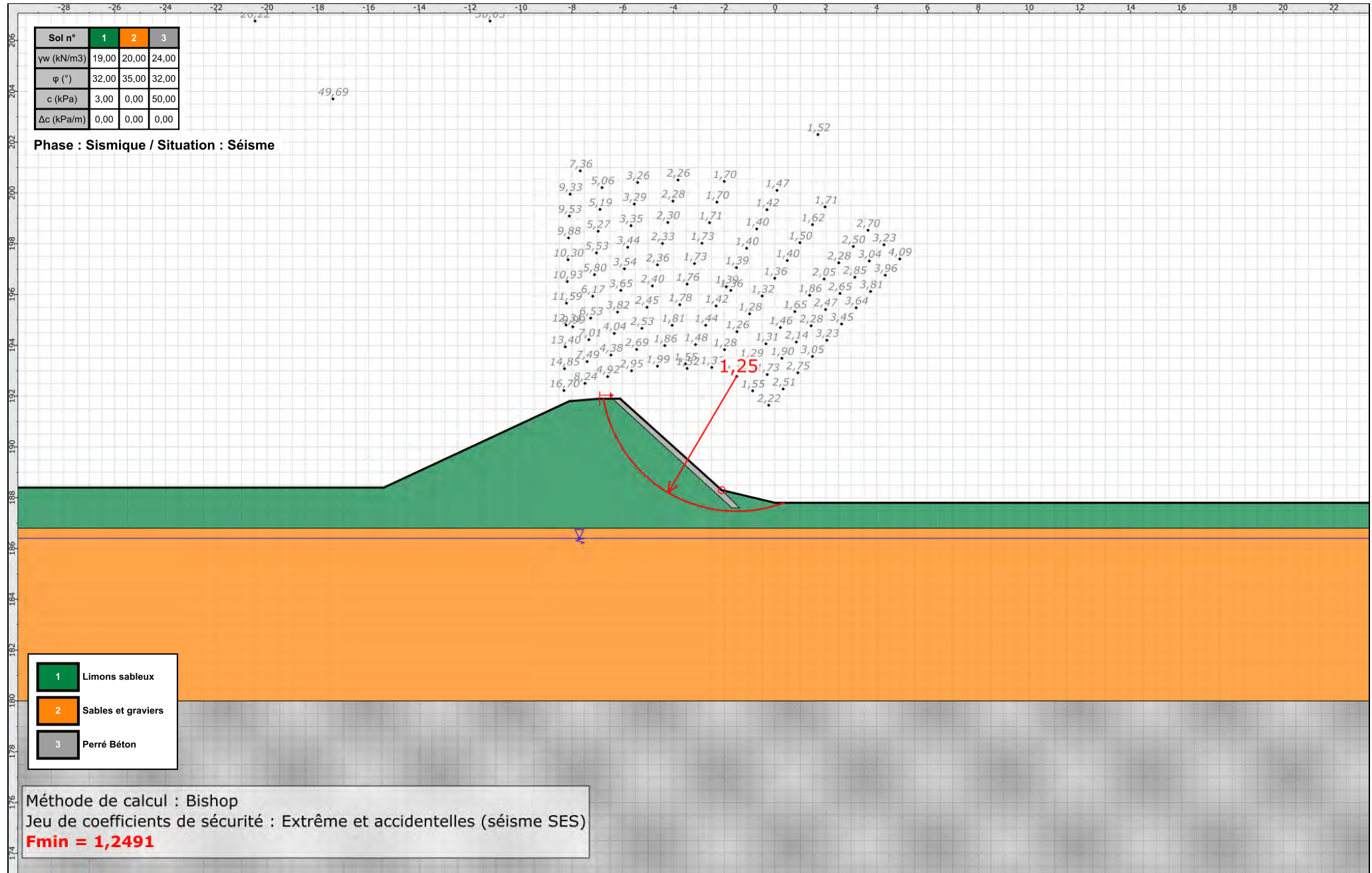
Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,083

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2491

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1083; X0= -1,51; Y0= 192,78; R= 5,31



Données de la situation 2

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme - Unitaire

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : -7,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

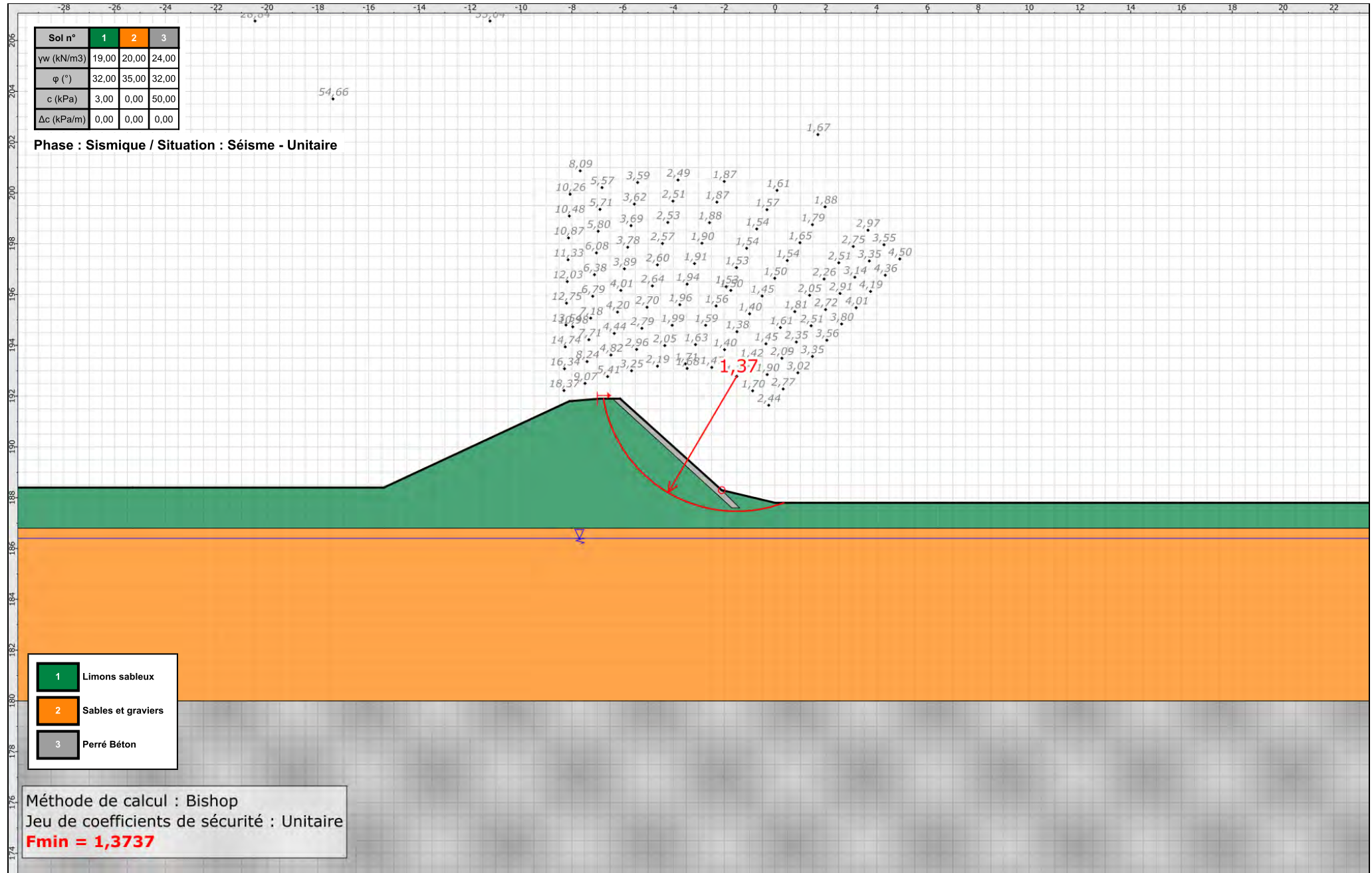
Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,083

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3737

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1083; X0= -1,51; Y0= 192,78; R= 5,31



Données de la phase 3

Nom de la phase : Phase 3

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Décrue Q30

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -2,784; Y= 191,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

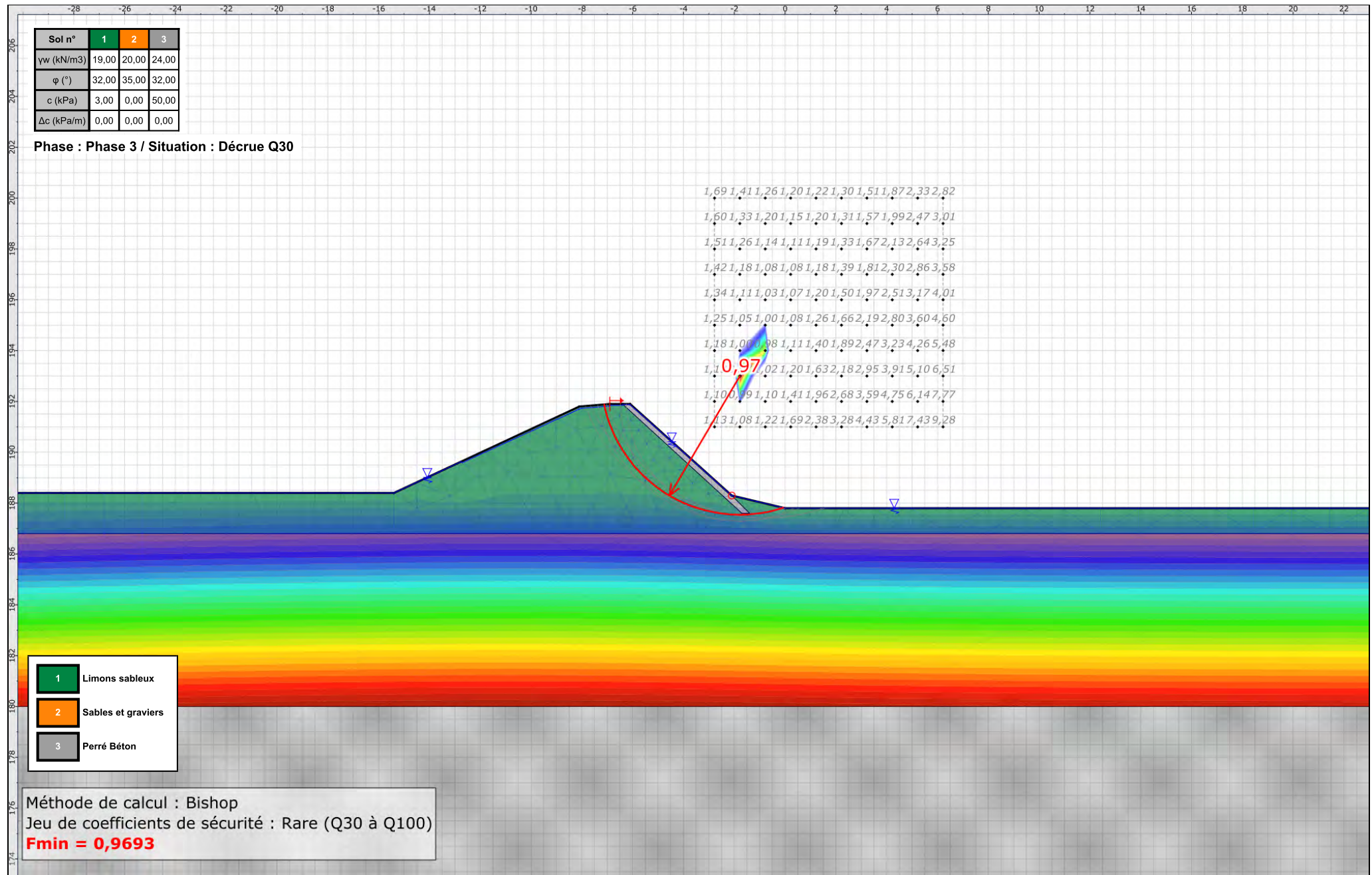
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9693

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 214; X0= -1,78; Y0= 193,00; R= 5,46



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Décrue Q30 (UNITAIRE)

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -2,784; Y= 191,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

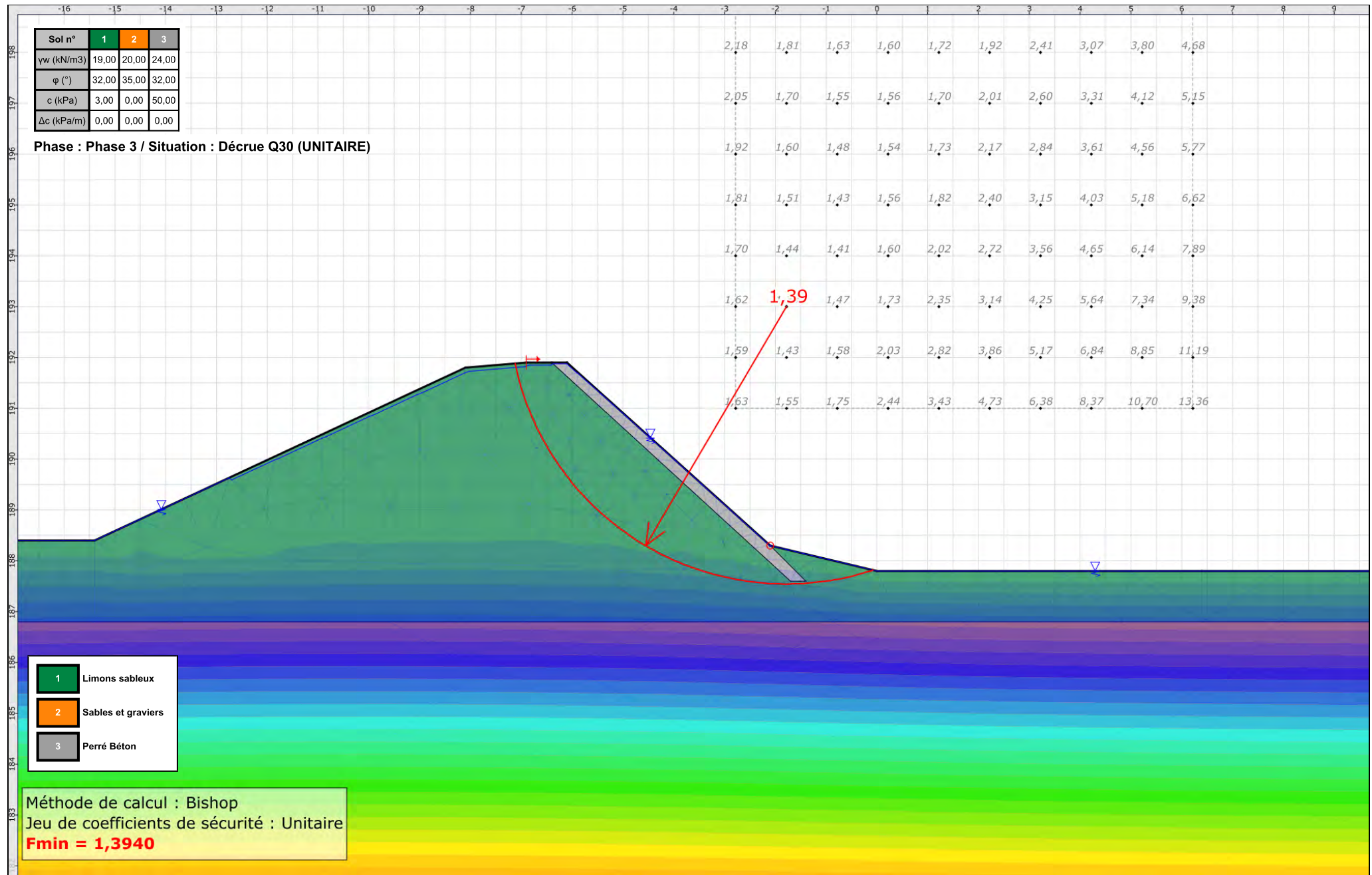
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3940

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 214; X0= -1,78; Y0= 193,00; R= 5,46



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3 (Transitoire)

Nom de la situation : Décrue Q30 Transitoire

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -2,784; Y= 191,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -7,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

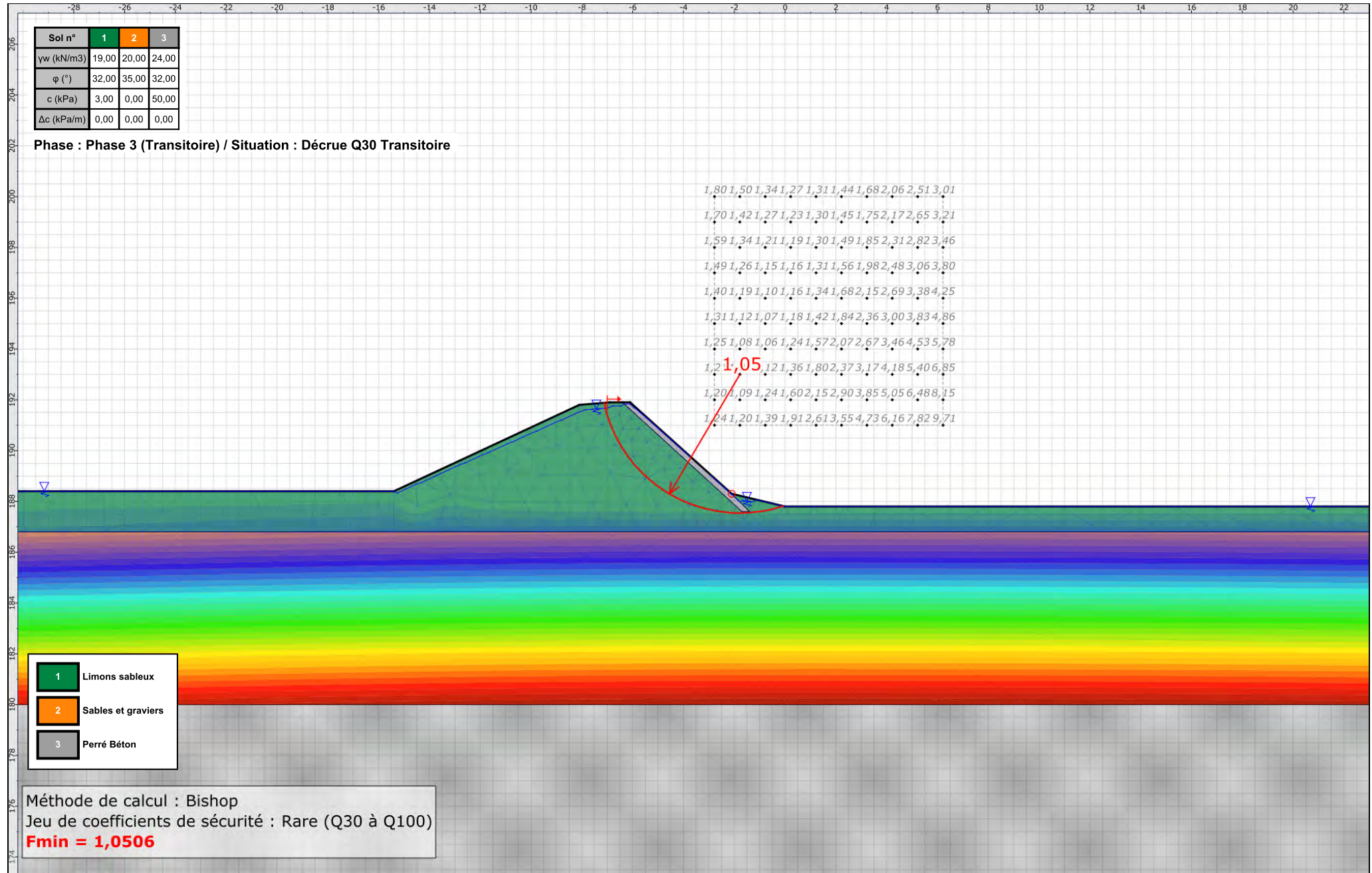
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0506

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 214; X0= -1,78; Y0= 193,00; R= 5,46



Données de la phase 4

Nom de la phase : Phase 4

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	7	13	Sables et graviers	3	6	15	Limons sableux	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Perré Béton	7	3	4	Limons sableux	8	4	5	Limons sableux
9	5	18	Limons sableux	10	8	12	Limons sableux	11	9	7	-
12	11	10	Sables et graviers	13	12	9	Sables et graviers	14	10	19	Sables et graviers
15	13	6	Limons sableux	16	11	16	Sables et graviers	17	15	0	Limons sableux
18	16	13	Sables et graviers	22	18	8	Limons sableux	23	19	12	Sables et graviers
26	1	20	Perré Béton	27	20	21	Limons sableux	28	21	23	Limons sableux
29	23	2	Perré Béton	30	23	3	Limons sableux				

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Décrue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,110; Y= 190,710

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

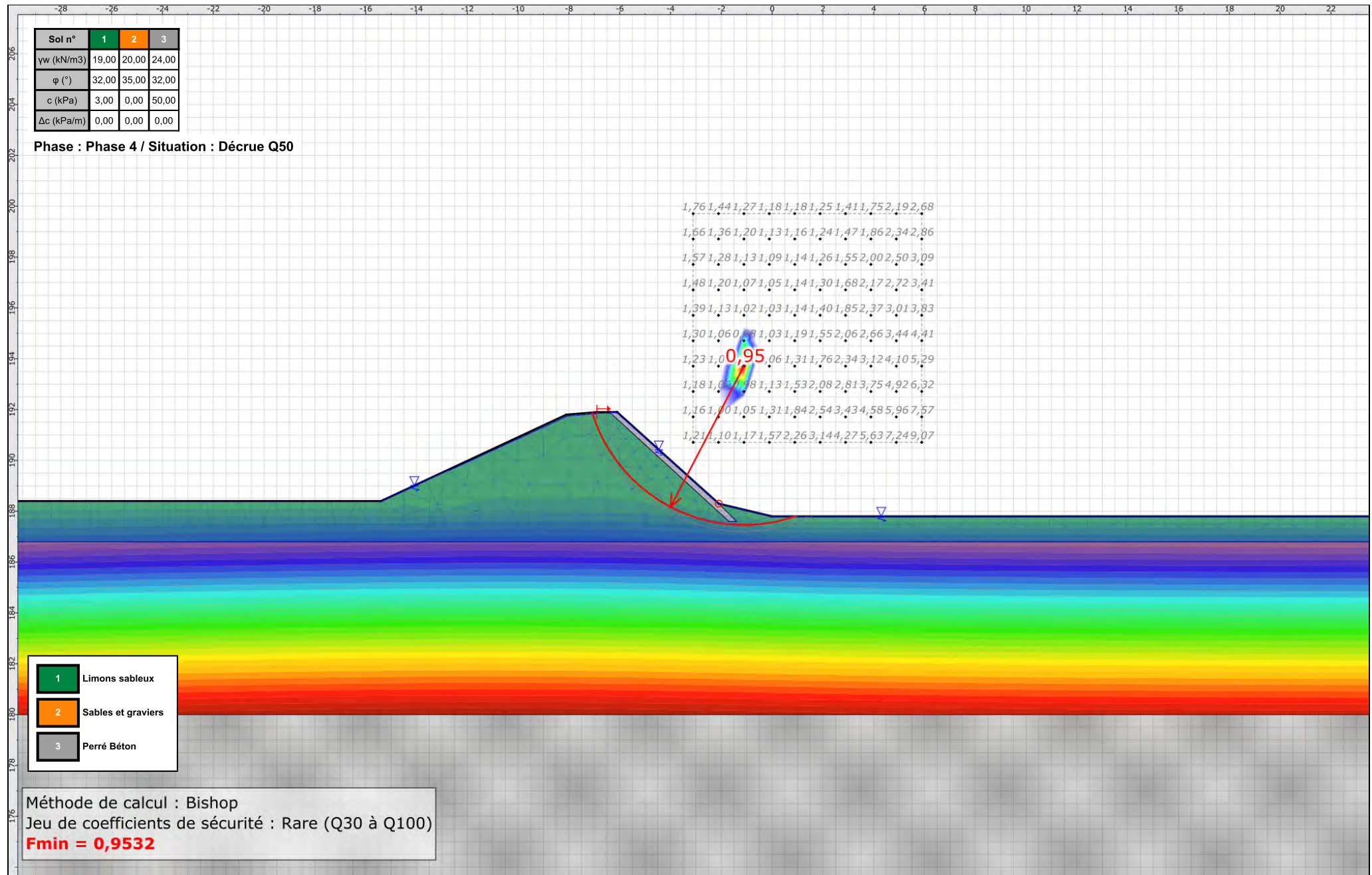
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9532

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= -1,11; Y0= 193,71; R= 6,25



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Décrue Q50 (UNITAIRE)

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,110; Y= 190,710

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,900

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

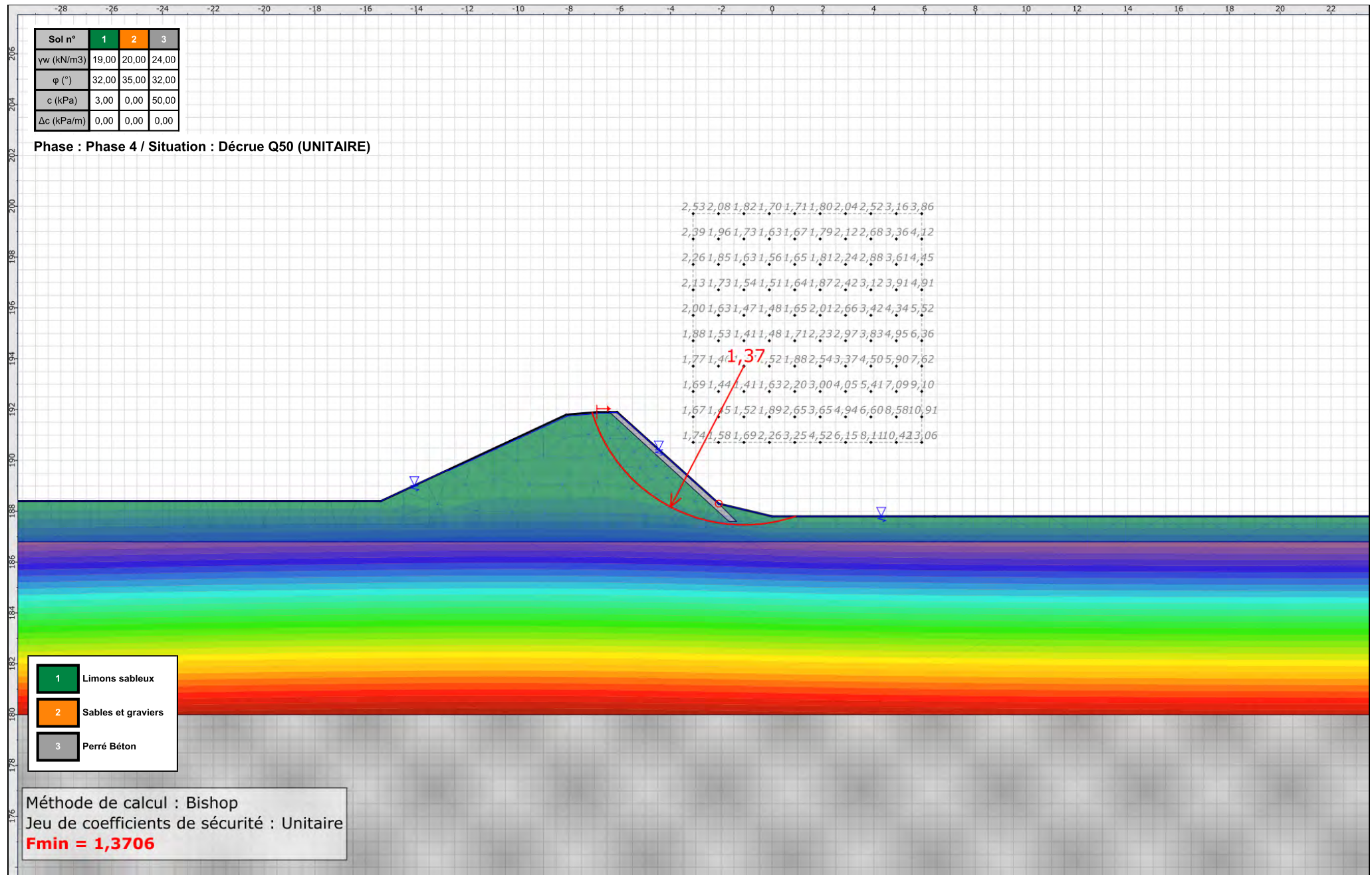
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3706

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= -1,11; Y0= 193,71; R= 6,25



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4 (Transitoire)

Nom de la situation : Décrue Q50 Transitoire

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,110; Y= 190,710

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

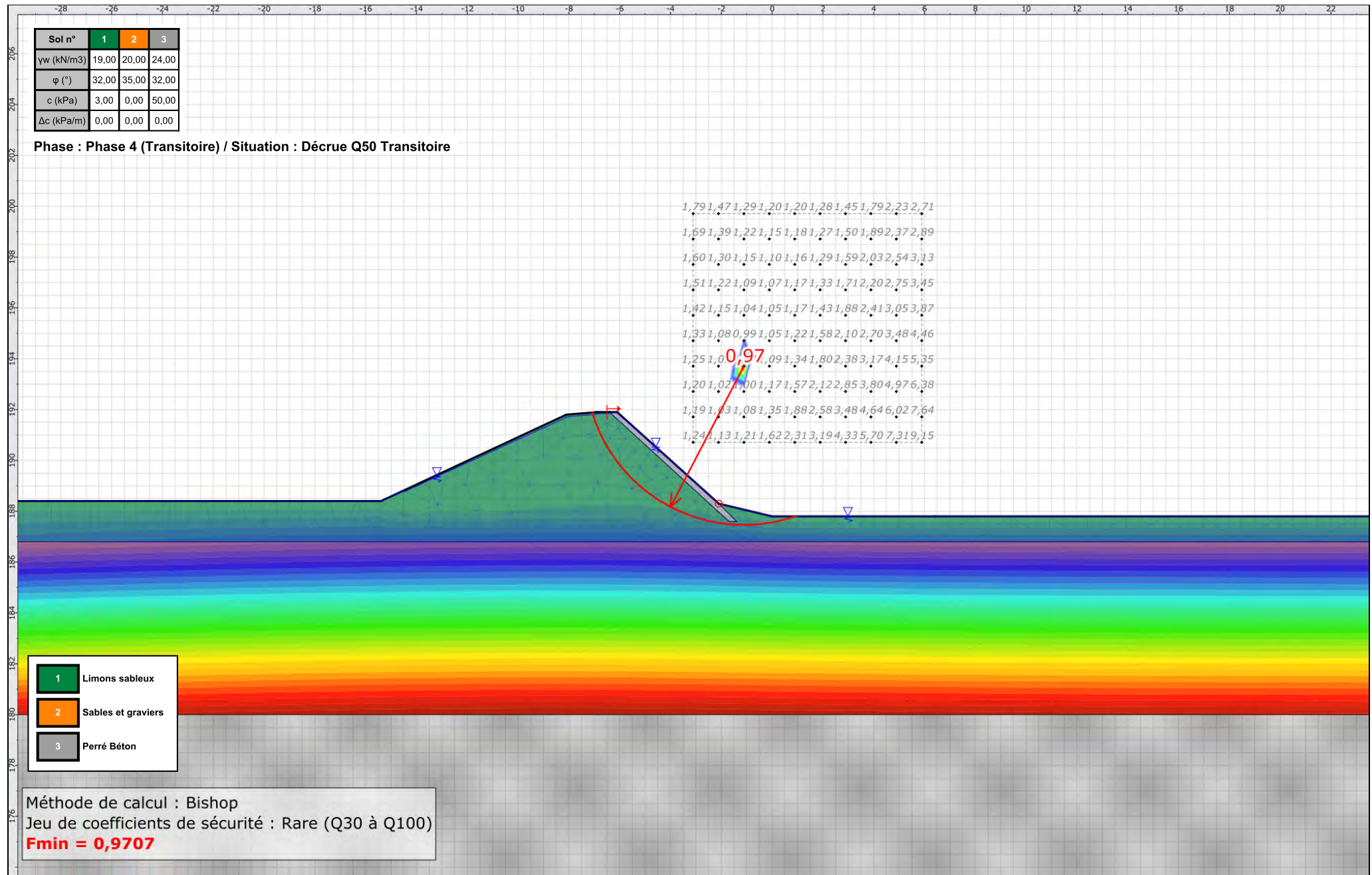
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9707

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= -1,11; Y0= 193,71; R= 6,25



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 4 (Transitoire)

Nom de la situation : Décrue Q50 Transitoire (UNITAIRE)

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,110; Y= 190,710

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

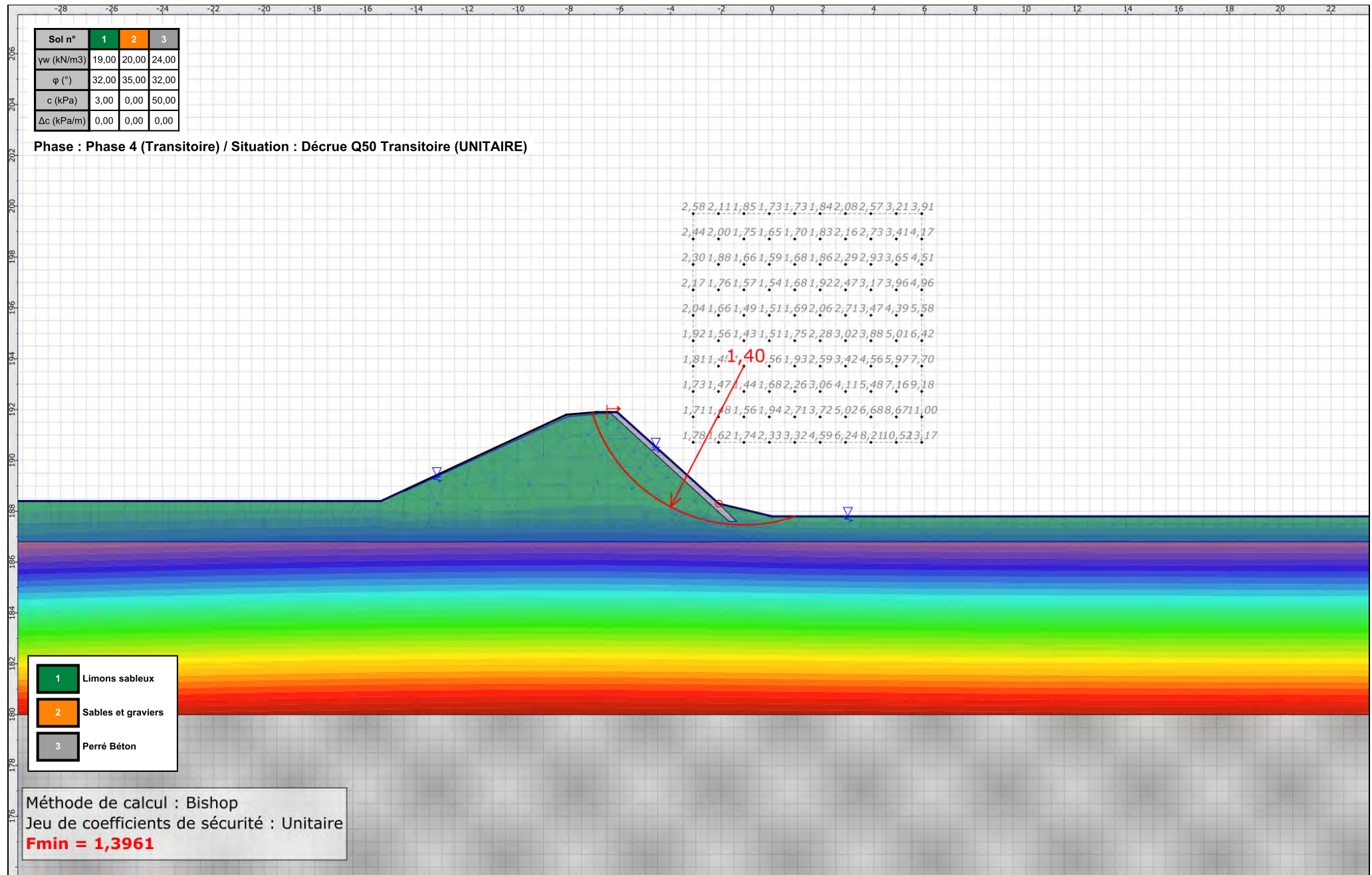
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3961

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= -1,11; Y0= 193,71; R= 6,25



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3 (Transitoire)

Nom de la situation : Décrue Q30 Transitoire

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -2,784; Y= 191,000

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -7,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

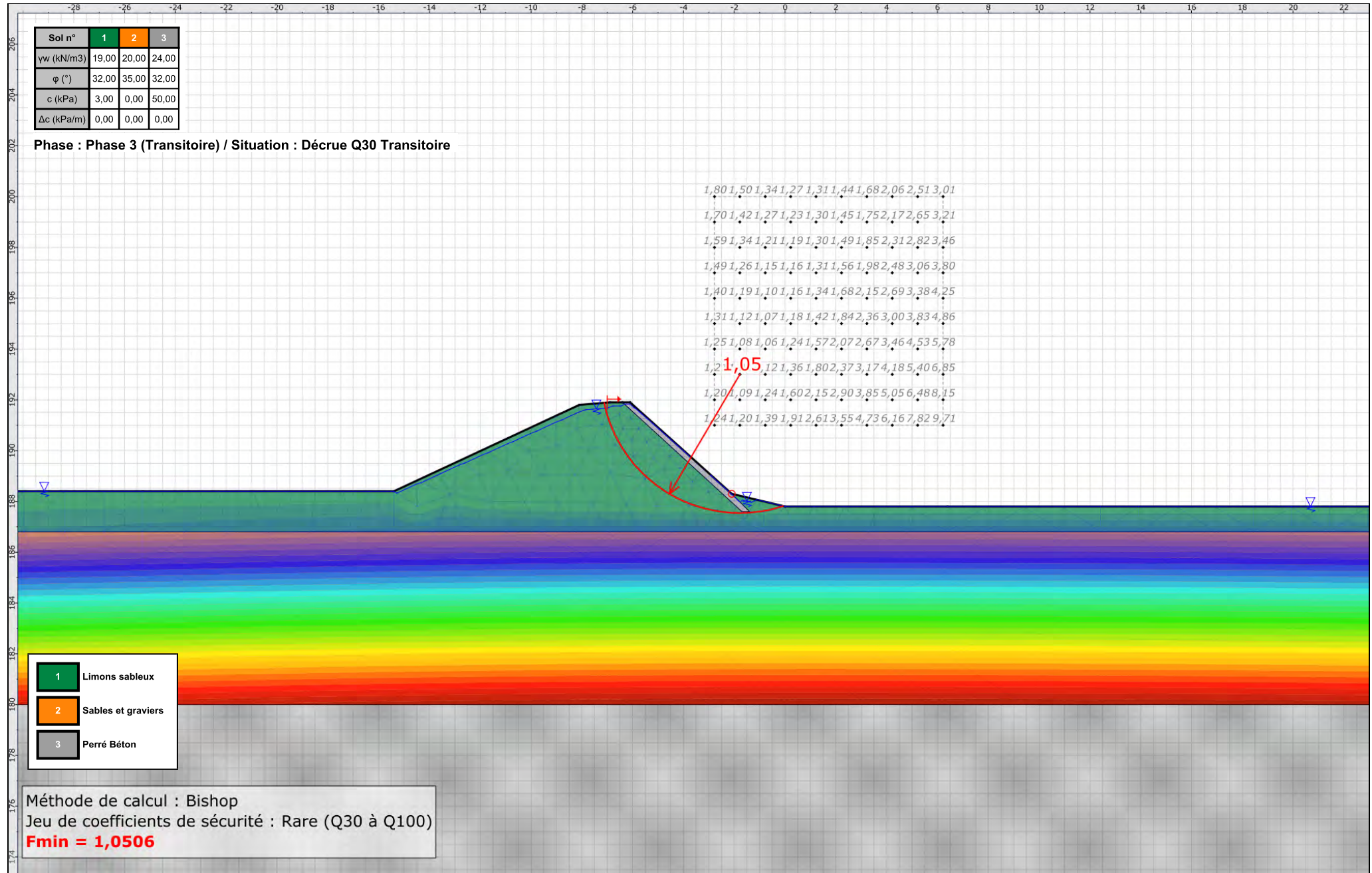
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0506

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 214; X0= -1,78; Y0= 193,00; R= 5,46



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4 (Transitoire)

Nom de la situation : Décrue Q50 Transitoire

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,110; Y= 190,710

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

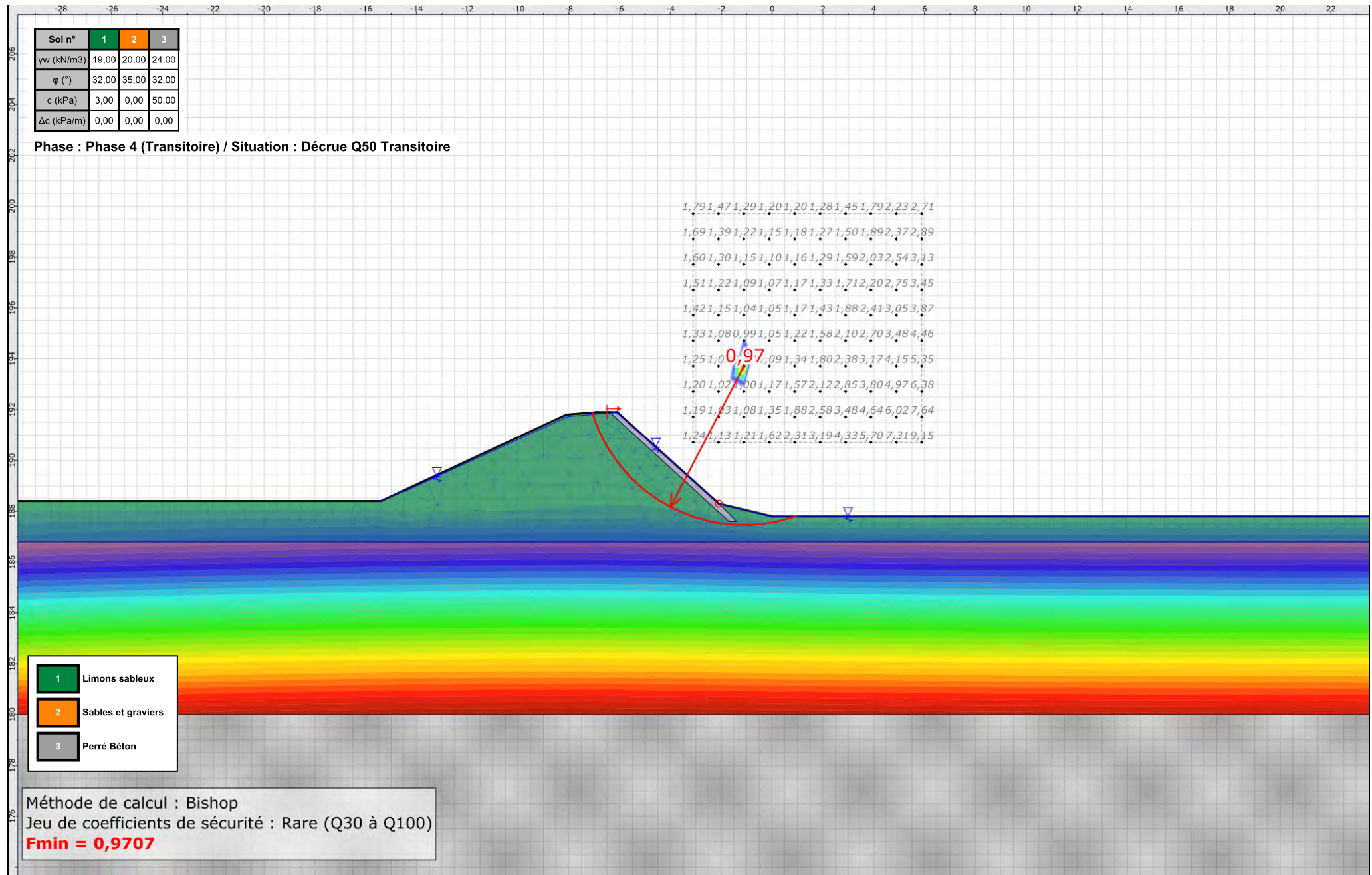
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 0,9707

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= -1,11; Y0= 193,71; R= 6,25



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 4 (Transitoire)

Nom de la situation : Décrue Q50 Transitoire (UNITAIRE)

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Unitaire

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle

Origine du quadrillage manuel : X= -3,110; Y= 190,710

Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000

Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= -0,00

Nombre de centres en X / en Y : en X= 10; en Y= 10

Incrément sur le rayon : 0,250

Nombre d'incréments sur le rayon : 10

Abscisse émergence limite aval : -6,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -2,100; Y= 188,300

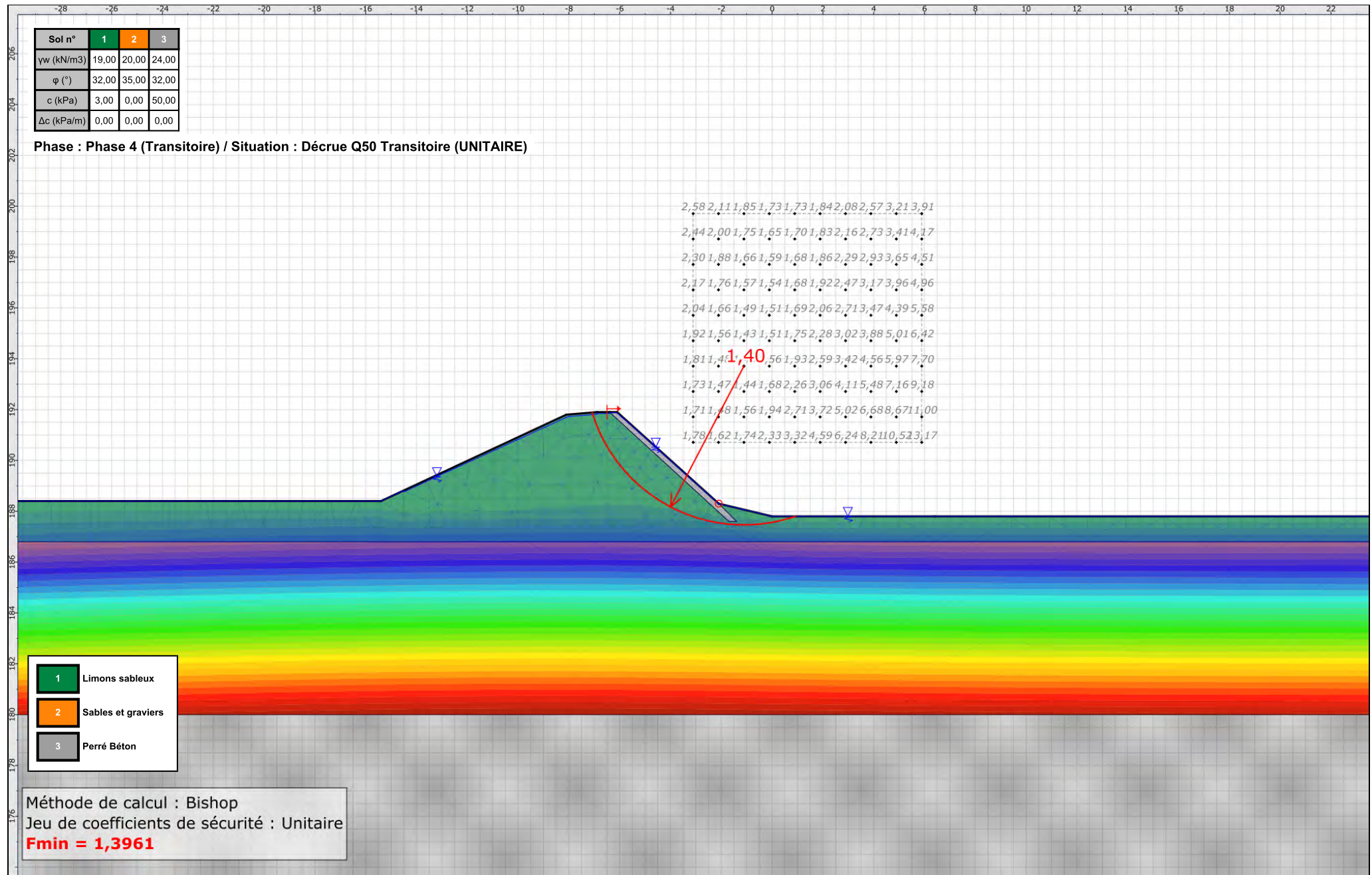
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3961

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 324; X0= -1,11; Y0= 193,71; R= 6,25

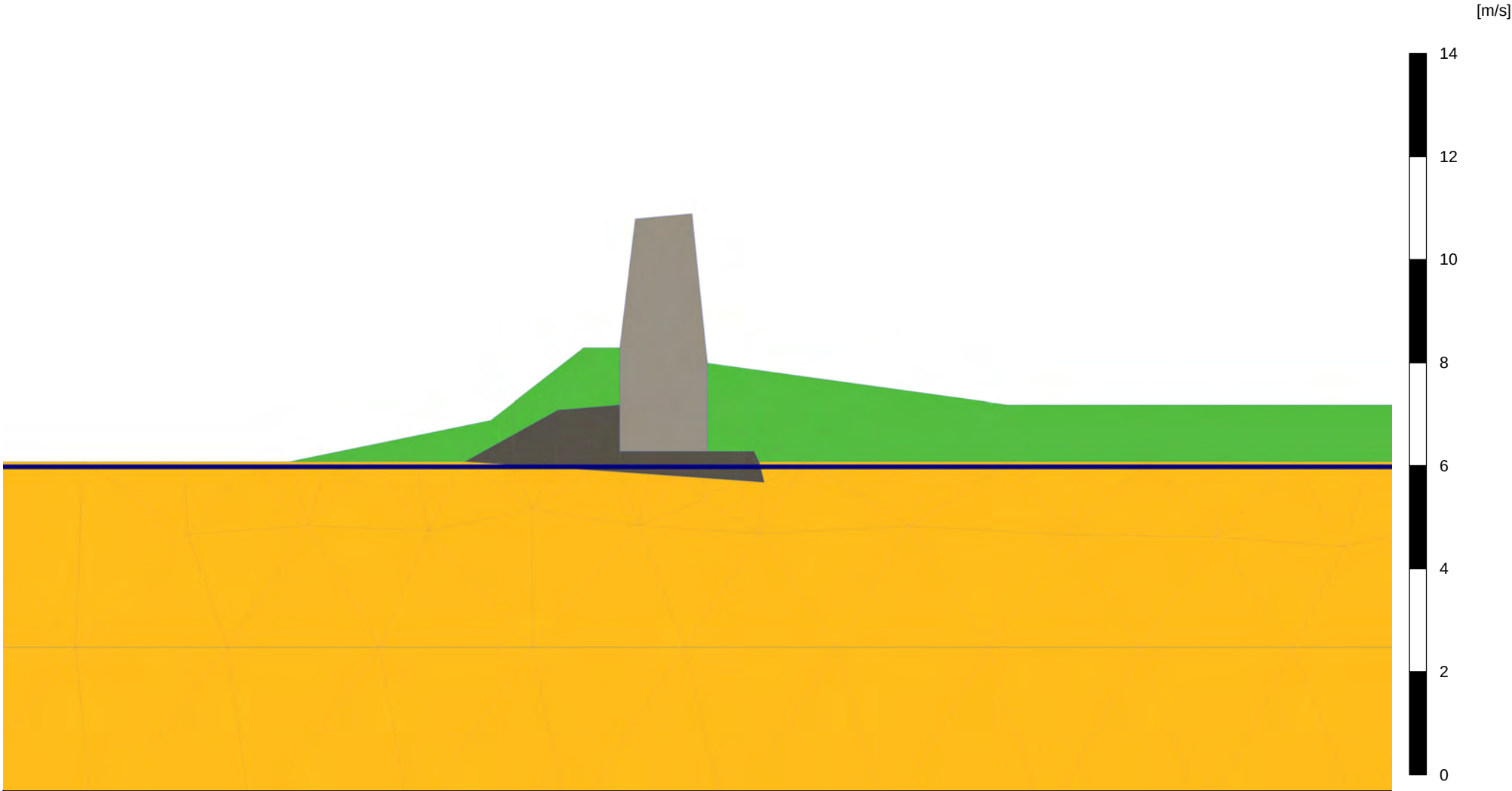


ANNEXE N°5

Résultats des modélisations numériques secteur AEP amont
Profil PR04-1

ANNEXE N°5.1

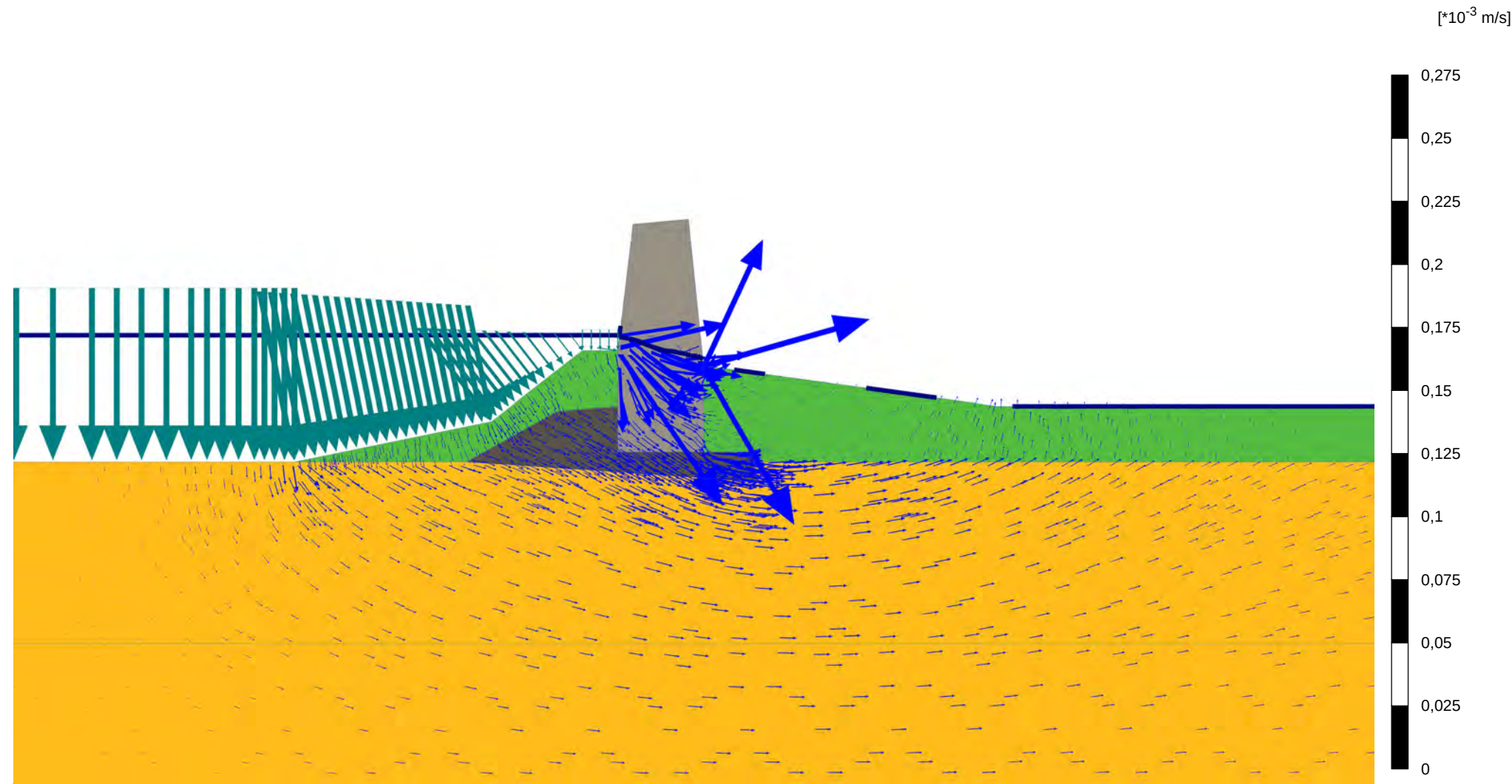
Résultats des modélisations numériques Plaxis – Profil PR04-1



Groundwater flow |q| (scaled up 1,00 times)
Uniform value of 0,000 m/s



Project description			Date
AEP2 amont - Pertuis - Initial			11/05/2023
Project filename	Step	User name	
AEP2 amont - Pertuis	1	GEOLITHE	



Groundwater flow |q| (scaled up $50,0 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,07549 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 274 at Stress point 3278)

Minimum value = $9,433 \cdot 10^{-12}$ m/s (Element 2 at Stress point 14)



Project description

AEP2 amont - Pertuis - Q30

Date

11/05/2023

Project filename

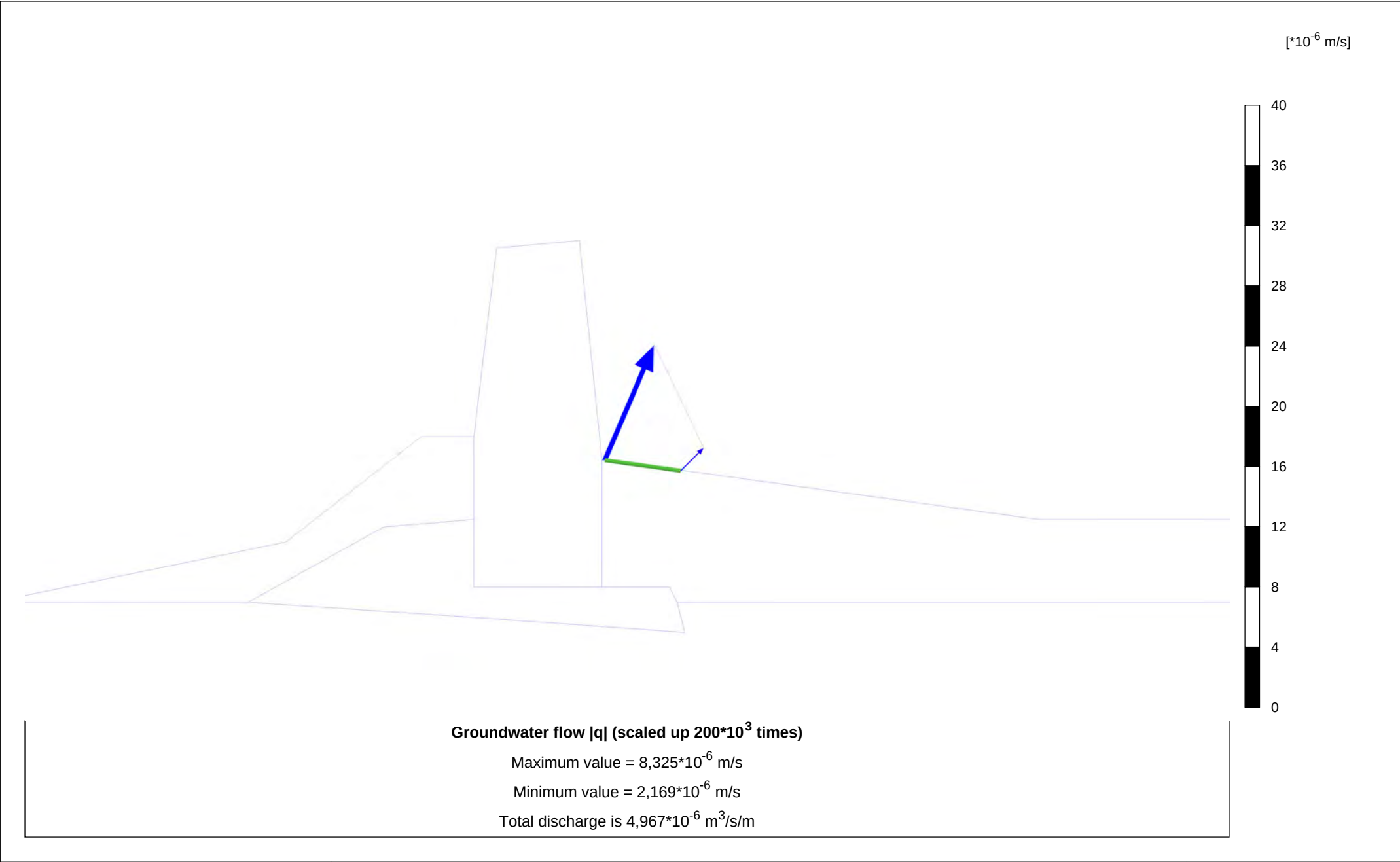
AEP2 amont - Pertuis

Step

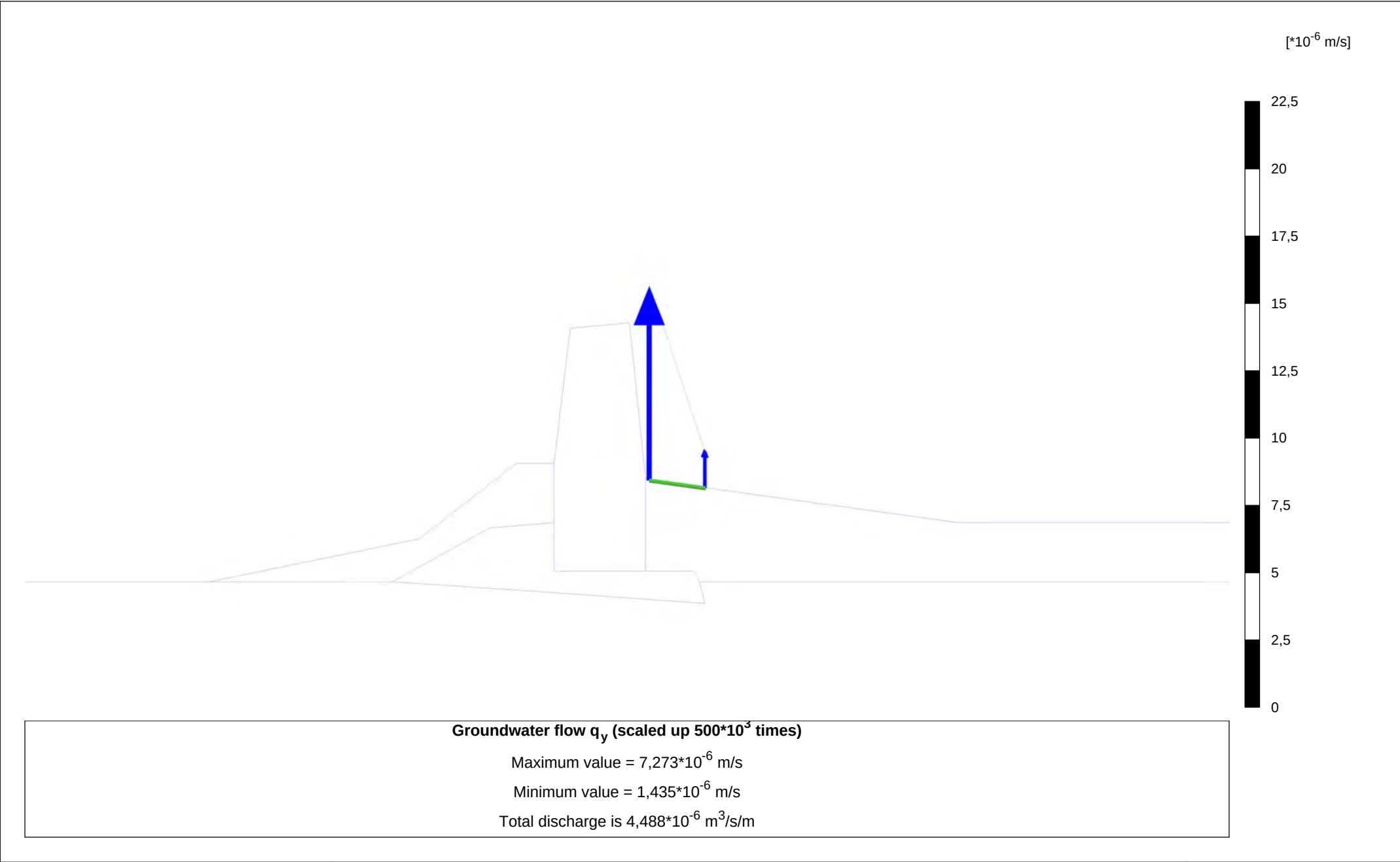
938

User name

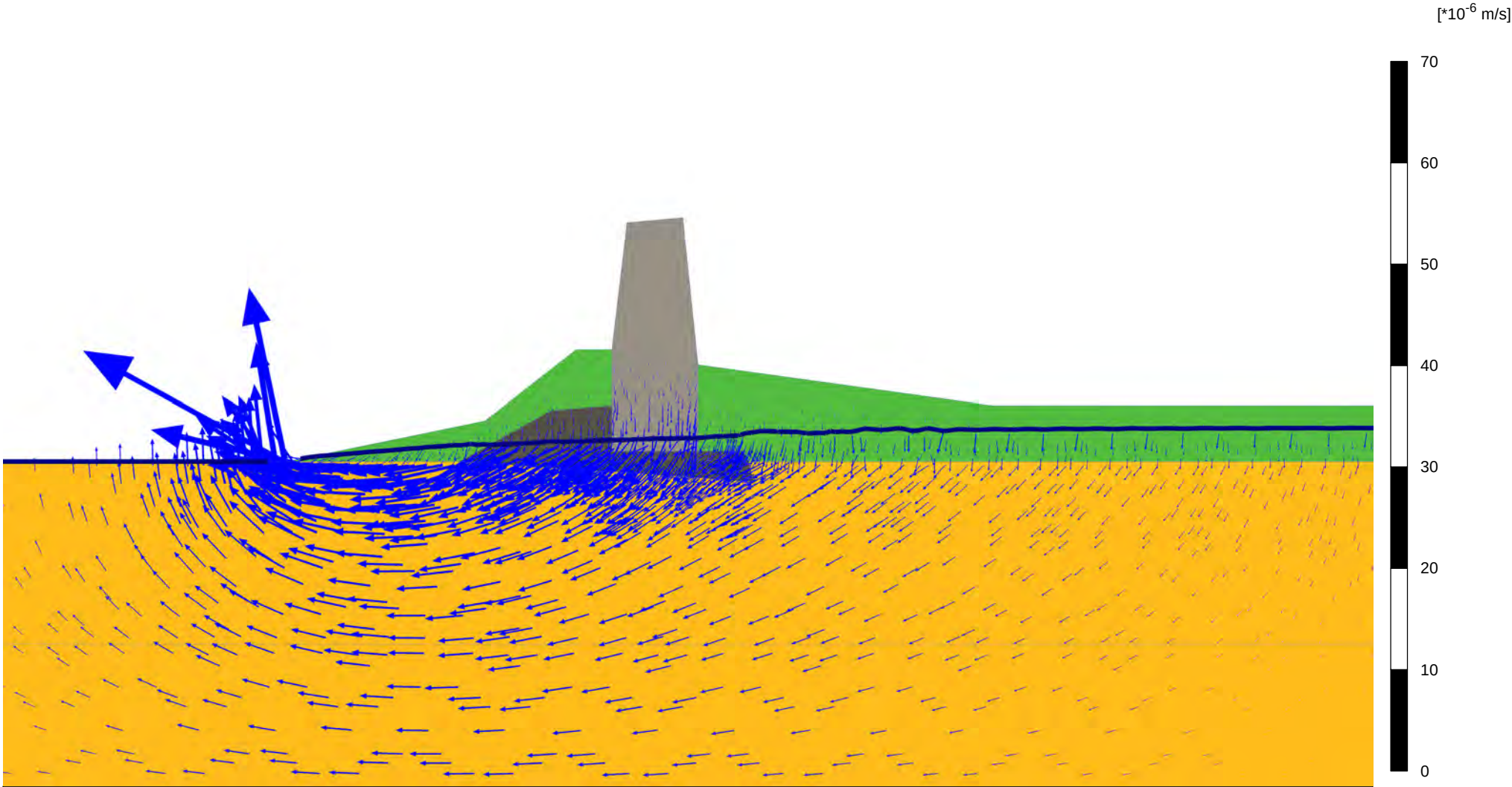
GEOLITHE



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - suffusion Q30		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 938	<i>User name</i> GEOLITHE	



	Project description		Date
	AEP2 amont - Pertuis - Boulance Q30		11/05/2023
Project filename	Step	User name	
AEP2 amont - Pertuis	938	GEOLITHE	



Groundwater flow $|q|$ (scaled up $200 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,02362 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 223 at Stress point 2665)

Minimum value = $0,02808 \cdot 10^{-9}$ m/s (Element 365 at Stress point 4369)



Project description

AEP2 amont - Pertuis - DQ30

Date

11/05/2023

Project filename

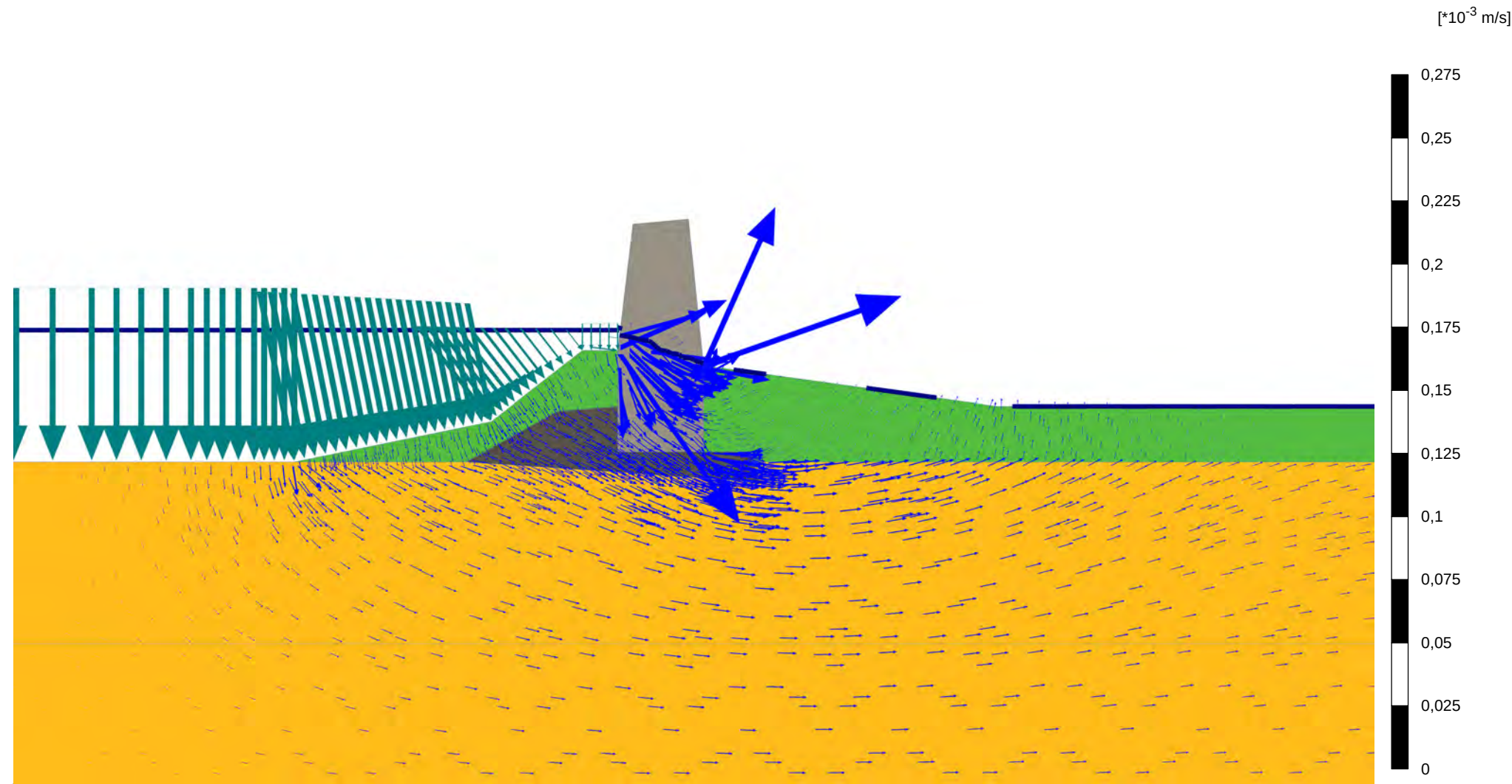
AEP2 amont - Pertuis

Step

1270

User name

GEOLITHE



Groundwater flow |q| (scaled up 50,0*10³ times)

Maximum value = 0,08600*10⁻³ m/s (Element 276 at Stress point 3302)
Minimum value = 3,583*10⁻¹² m/s (Element 365 at Stress point 4373)



Project description

AEP2 amont - Pertuis - Q30 - Transitoire

Date

11/05/2023

Project filename

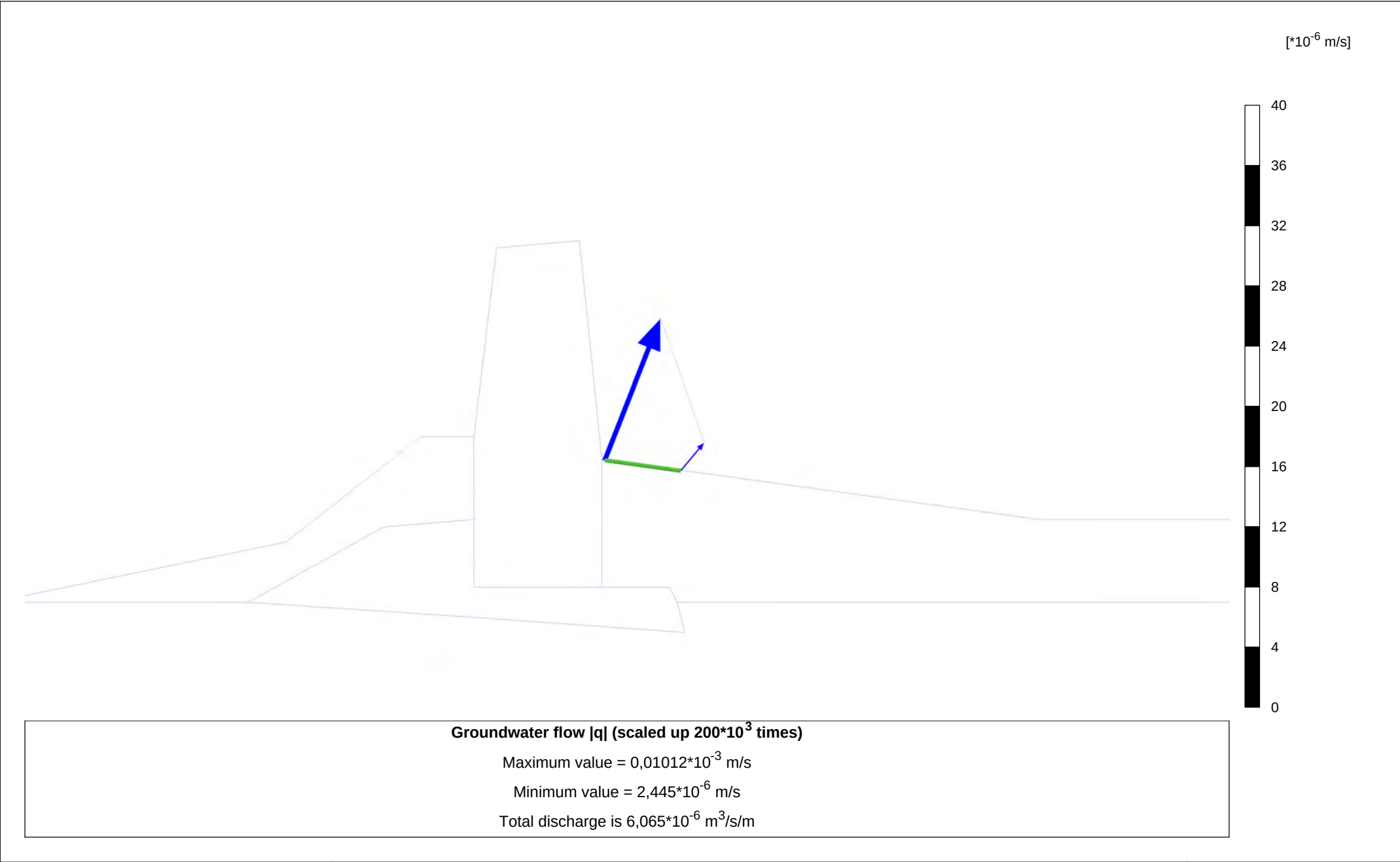
AEP2 amont - Pertuis

Step

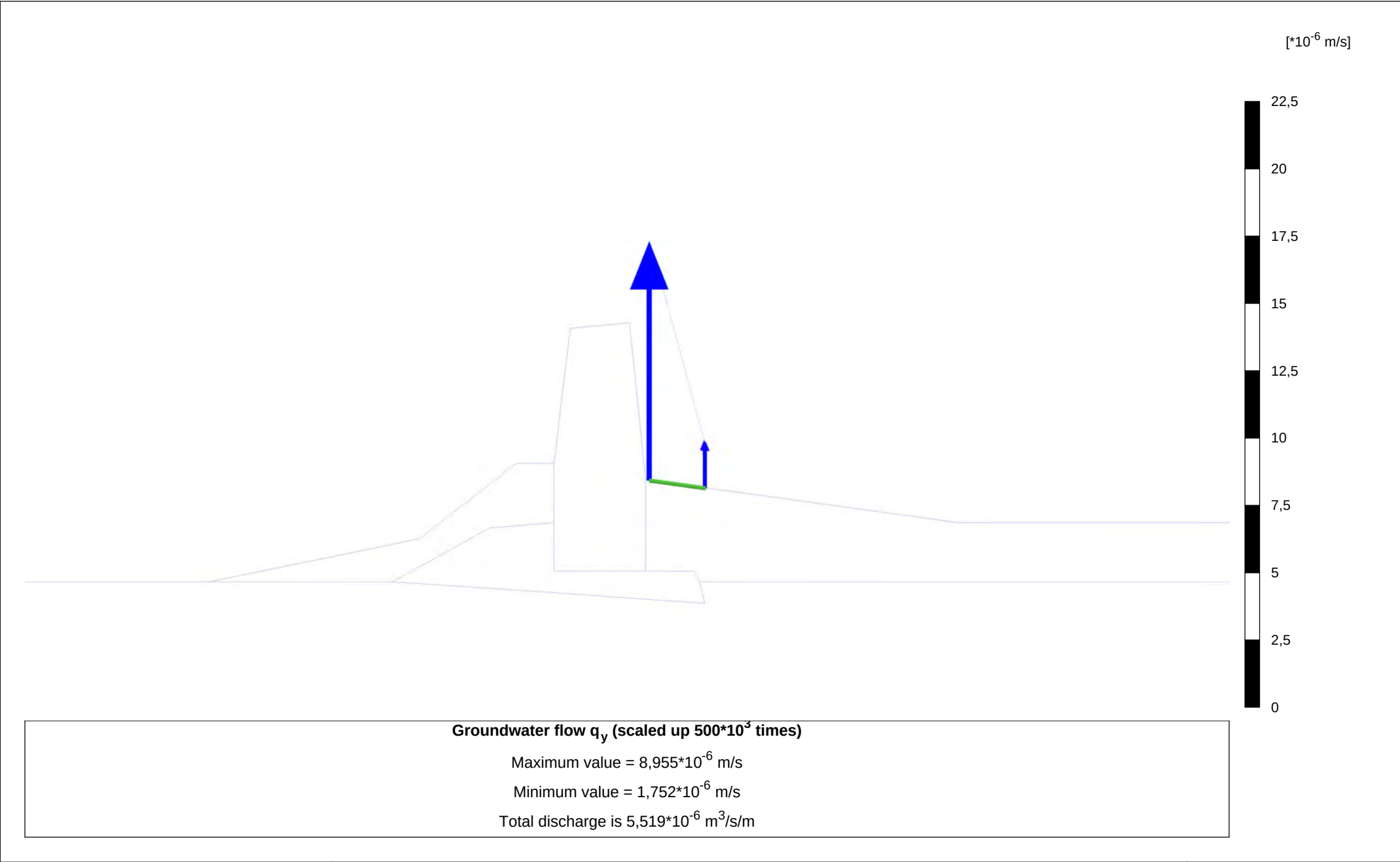
1839

User name

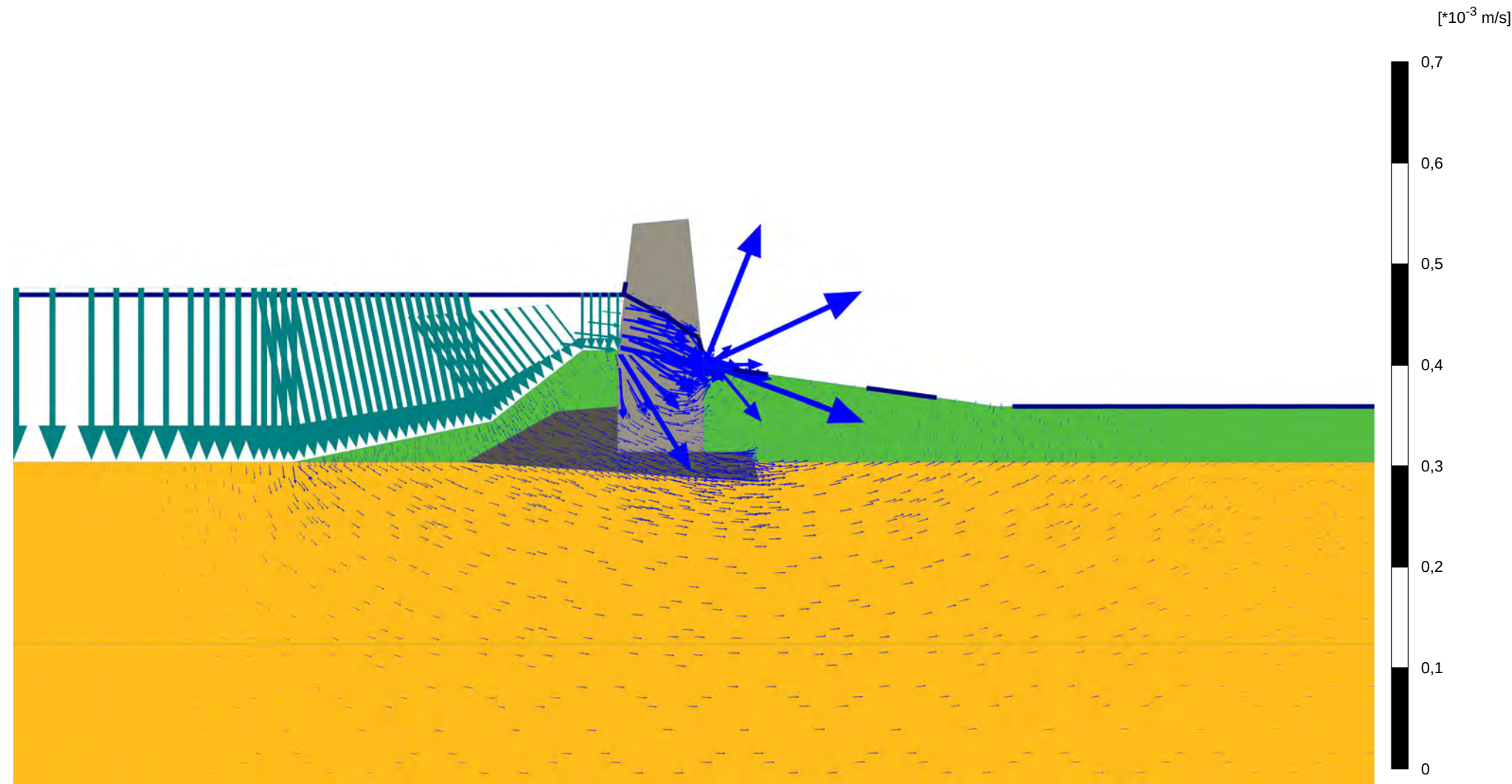
GEOLITHE



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - suffusion Q30 trnasitoire		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 1839	<i>User name</i> GEOLITHE	



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - Boulance Q30 Transitoire		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 1839	<i>User name</i> GEOLITHE	



Groundwater flow $|q|$ (scaled up $20,0 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,1805 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (Element 276 at Stress point 3302)

Minimum value = $0,01602 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ (Element 2 at Stress point 14)



Project description

AEP2 amont - Pertuis - Q50

Date

11/05/2023

Project filename

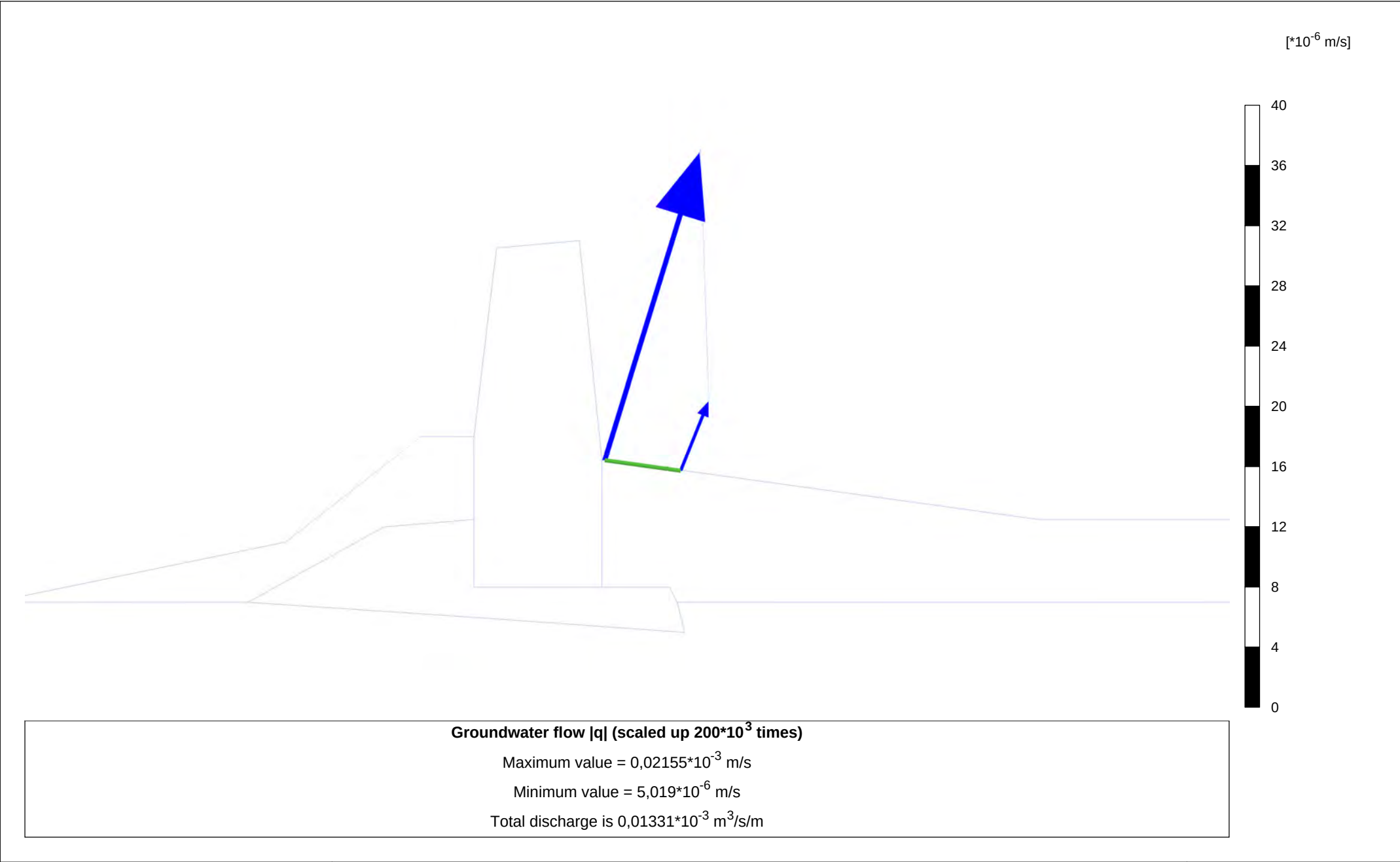
AEP2 amont - Pertuis

Step

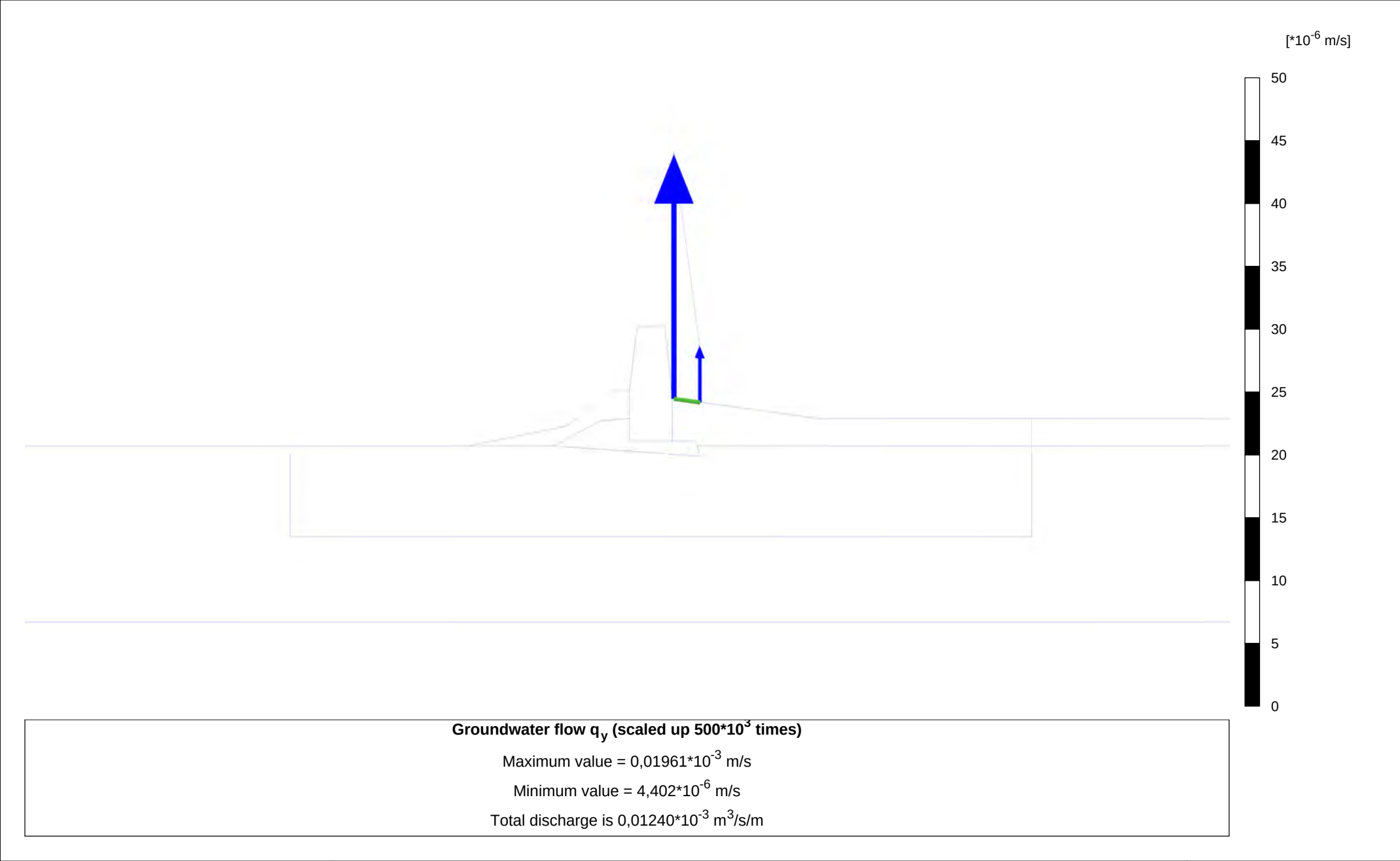
6

User name

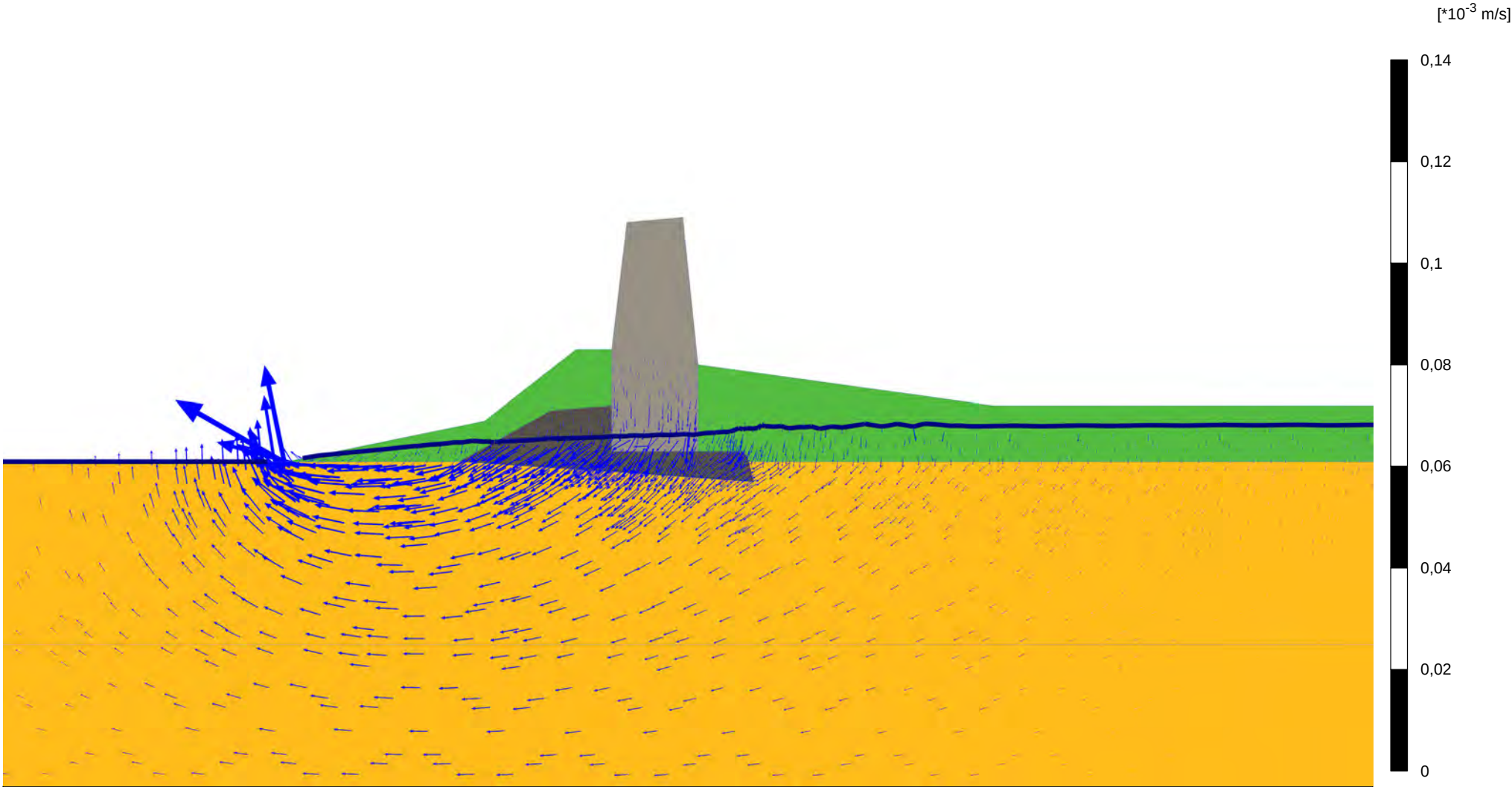
GEOLITHE



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - suffusion Q50		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 6	<i>User name</i> GEOLITHE	



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - Boulance Q50		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 6	<i>User name</i> GEOLITHE	



Groundwater flow $|q|$ (scaled up $100 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,02630 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 223 at Stress point 2665)

Minimum value = $0,03003 \cdot 10^{-9}$ m/s (Element 365 at Stress point 4369)



Project description

AEP2 amont - Pertuis - DQ50

Date

11/05/2023

Project filename

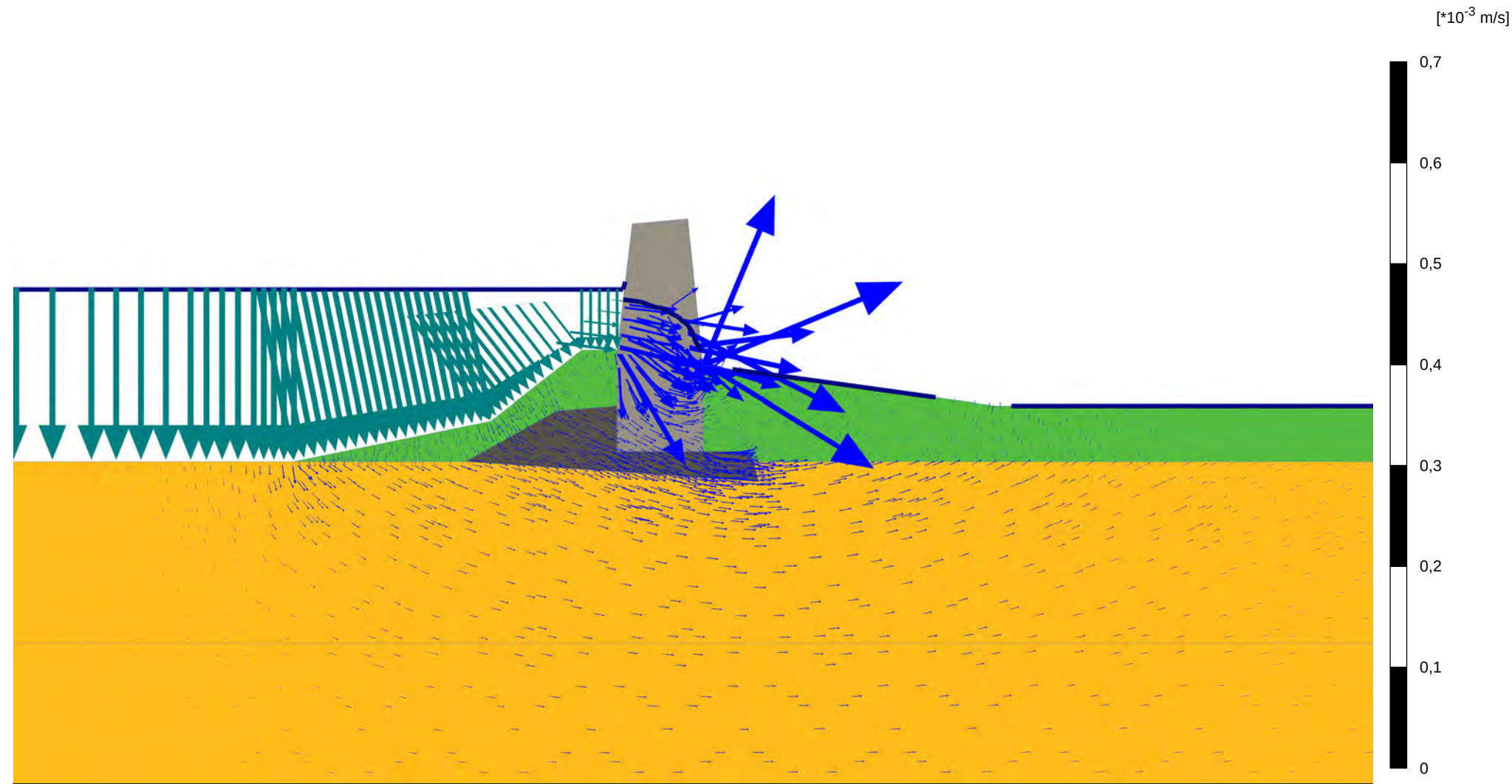
AEP2 amont - Pertuis

Step

334

User name

GEOLITHE



Groundwater flow $|q|$ (scaled up $20,0 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,2223 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 276 at Stress point 3302)

Minimum value = $4,809 \cdot 10^{-12}$ m/s (Element 365 at Stress point 4370)



Project description

AEP2 amont - Pertuis - Q50-transitoire

Date

11/05/2023

Project filename

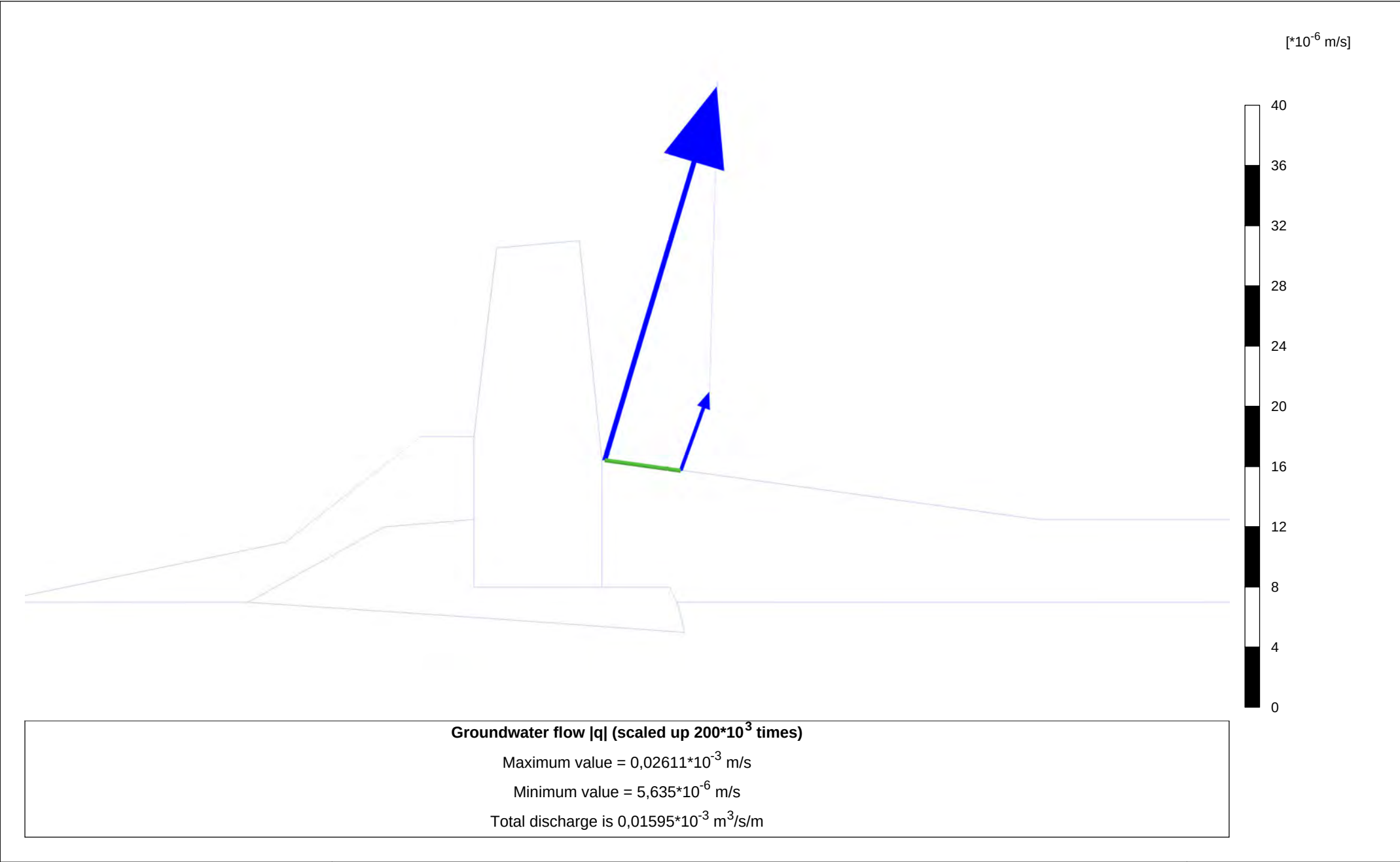
AEP2 amont - Pertuis

Step

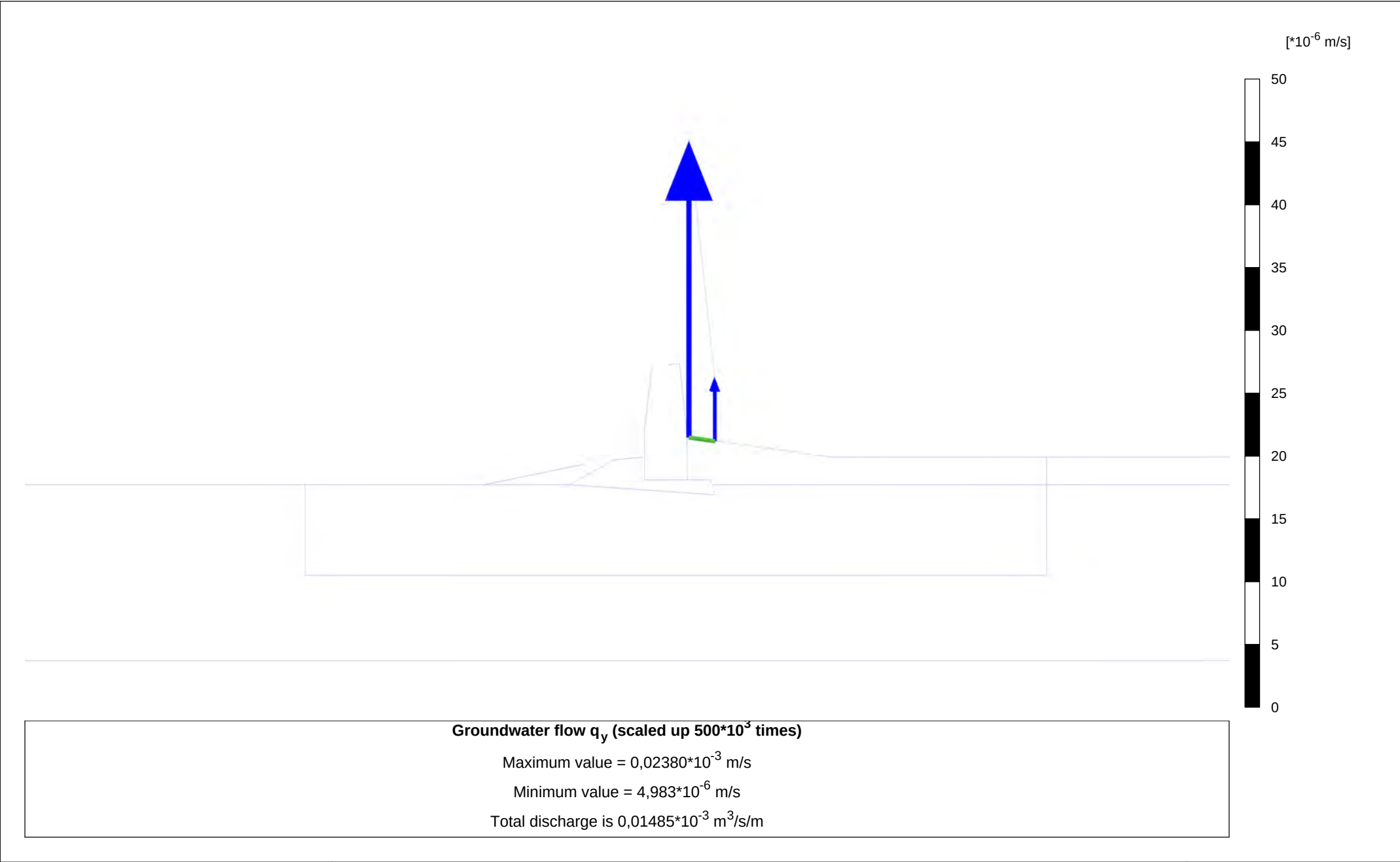
933

User name

GEOLITHE



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - suffusion Q50 transitoire		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 933	<i>User name</i> GEOLITHE	



	<i>Project description</i> AEP2 amont - Pertuis - Boulance Q50 Transitoire		<i>Date</i> 11/05/2023	
	<i>Project filename</i> AEP2 amont - Pertuis	<i>Step</i> 933	<i>User name</i> GEOLITHE	

ANNEXE N°5.2

Résultats des modélisations numériques Talren – Profil PR04-1

Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0594
Titre du calcul : AEP2 amont - Talus côté terre
Lieu : Pertuis
Commentaires : N/A
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3
yw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Limons sableux		19,0	32,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Sables et graviers		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Mur en pierres		22,0	45,00	-	-	-	-	-	Oui	Non	Non
4	Enrochements libres		20,0	45,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma\tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Limons sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Sables et graviers		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Mur en pierres		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Enrochements libres		-	-	-	Effective	Linéaire

Anisotropie de la couche: Mur en pierres

	Angle	c		Angle	c		Angle	c		Angle	c		Angle	c		Angle	c
1	-90,000	30,000	2	0,000	0,000	3	0,000	0,000	4	0,000	0,000	5	0,000	0,000	6	0,000	0,000
8	90,000	30,000															

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
0	0,000	187,000	1	3,900	187,800	2	5,700	189,200	3	6,400	189,200	4	6,700	191,700	7	7,800	191,800
8	8,100	188,900	9	13,900	188,100	10	10,000	187,000	11	8,100	187,200	12	6,400	187,200	13	-50,000	187,000
14	-50,000	180,000	15	63,900	188,100	16	63,900	180,000	17	6,400	186,800	18	9,200	186,600	19	9,000	187,200
20	63,900	187,000	21	3,400	187,000	22	9,100	187,000	23	6,400	188,100	24	5,200	188,000	25	-7,100	183,400
26	-7,100	187,000	27	22,400	183,400	28	22,400	188,100	29	22,400	187,000						

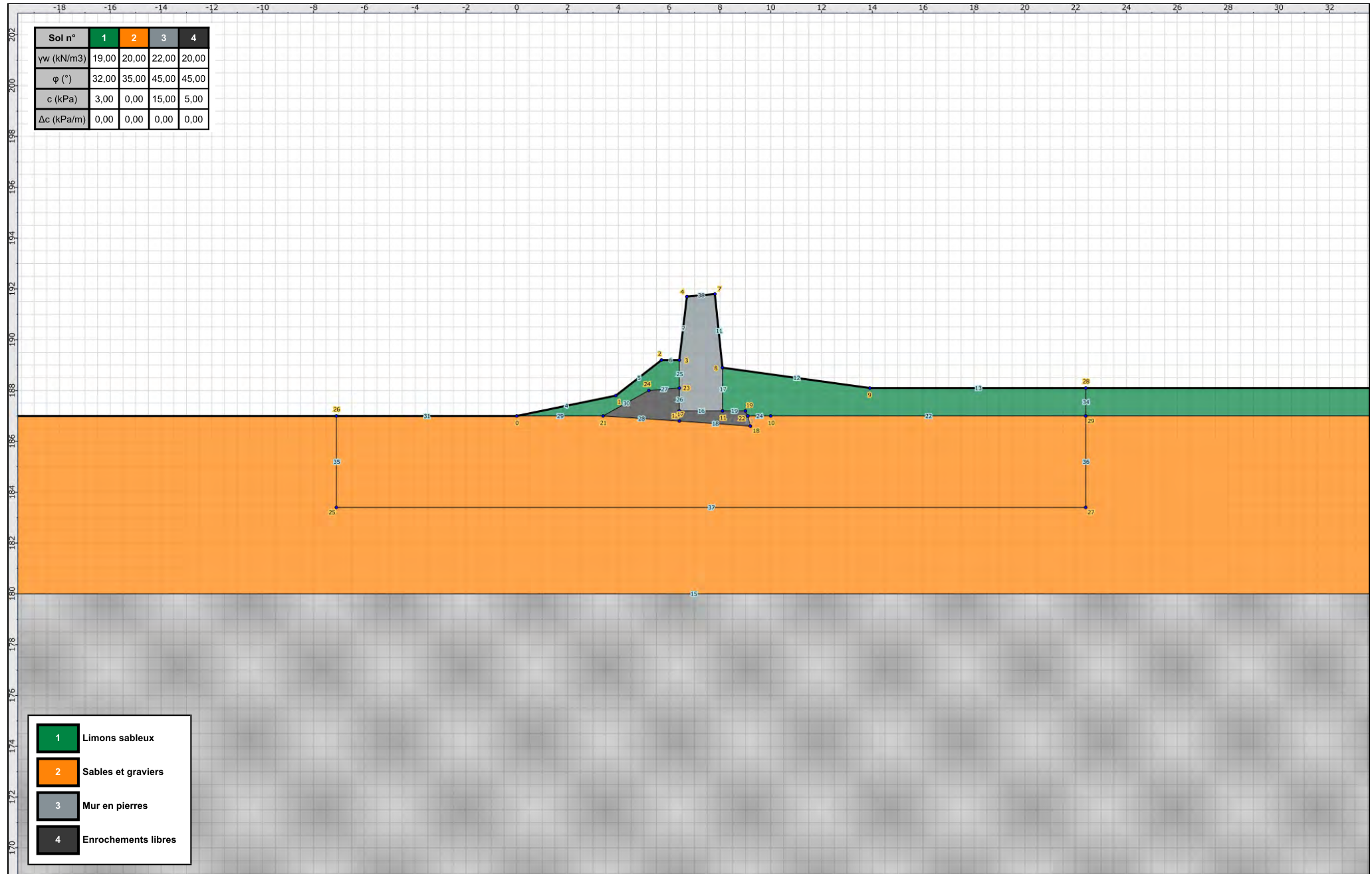
Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	14	13	3	13	26	4	0	1	5	1	2	6	2	3	7	3	4	11	7	8
12	8	9	13	9	28	14	15	20	15	16	14	16	12	11	17	11	8	18	17	18
19	11	19	20	19	22	21	20	16	22	10	29	23	22	18	24	10	22	25	3	23
26	23	12	27	24	23	28	21	17	29	21	0	30	24	21	31	26	0	32	28	15
33	29	20	34	29	28	35	26	25	36	27	29	37	25	27	38	4	7			



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 11 mai 2023 21:28:05
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP2 amont - Talus côté terre



Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase initiale

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	14	13	Sables et graviers	3	13	26	Sables et graviers	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Limons sableux	6	2	3	Limons sableux	7	3	4	Mur en pierres
11	7	8	Mur en pierres	12	8	9	Limons sableux	13	9	28	Limons sableux
14	15	20	Limons sableux	15	16	14	-	16	12	11	Enrochements libres
17	11	8	Limons sableux	18	17	18	Sables et graviers	19	11	19	Enrochements libres
20	19	22	Enrochements libres	21	20	16	Sables et graviers	22	10	29	Sables et graviers
23	22	18	Enrochements libres	24	10	22	Sables et graviers	25	3	23	Limons sableux
26	23	12	Enrochements libres	27	24	23	Enrochements libres	28	21	17	Sables et graviers
29	21	0	Sables et graviers	30	24	21	Enrochements libres	31	26	0	Sables et graviers
32	28	15	Limons sableux	33	29	20	Sables et graviers	38	4	7	Mur en pierres

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-50,000	186,900	0,00	2	63,900	186,900	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase initiale

Nom de la situation : Normale NNE

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,250	Γc'	1,250	Γcu	1,300
ΓQ	1,300	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 7,300

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 13,900; Y= 188,100

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2210

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1153; X0= 12,14; Y0= 194,29; R= 6,63

Données de la phase 2

Nom de la phase : Sismique

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	14	13	Sables et graviers	3	13	26	Sables et graviers	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Limons sableux	6	2	3	Limons sableux	7	3	4	Mur en pierres
11	7	8	Mur en pierres	12	8	9	Limons sableux	13	9	28	Limons sableux
14	15	20	Limons sableux	15	16	14	-	16	12	11	Enrochements libres
17	11	8	Limons sableux	18	17	18	Sables et graviers	19	11	19	Enrochements libres
20	19	22	Enrochements libres	21	20	16	Sables et graviers	22	10	29	Sables et graviers
23	22	18	Enrochements libres	24	10	22	Sables et graviers	25	3	23	Limons sableux
26	23	12	Enrochements libres	27	24	23	Enrochements libres	28	21	17	Sables et graviers
29	21	0	Sables et graviers	30	24	21	Enrochements libres	31	26	0	Sables et graviers
32	28	15	Limons sableux	33	29	20	Sables et graviers	38	4	7	Mur en pierres

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-50,000	186,900	0,00	2	63,900	186,900	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Extrême et accidentelles (séisme SES)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 7,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 13,900; Y= 188,100

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,083

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

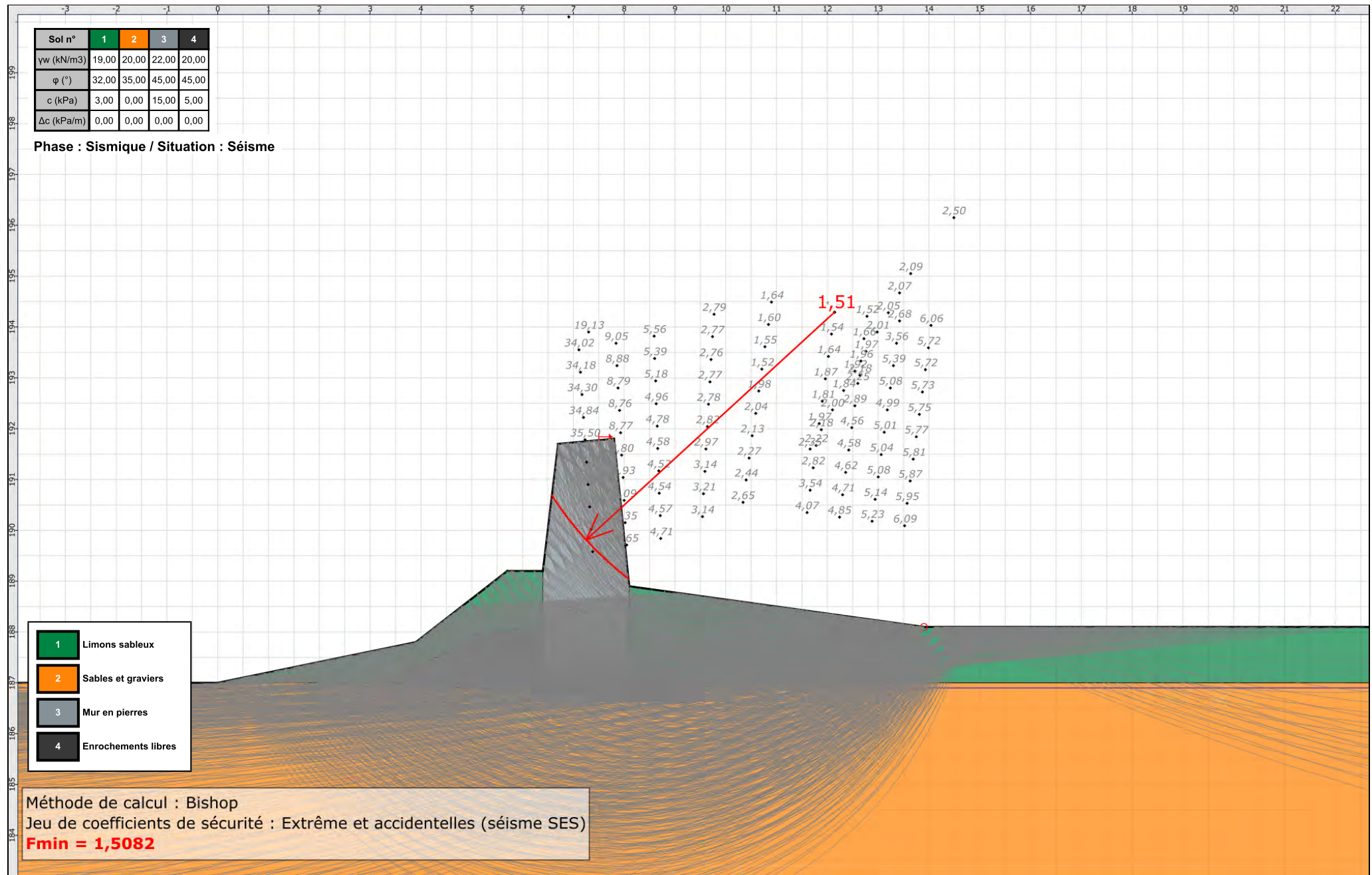
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5082

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1153; X0= 12,14; Y0= 194,29; R= 6,63

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00	22,00	20,00
φ (°)	32,00	35,00	45,00	45,00
c (kPa)	3,00	0,00	15,00	5,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Sismique / Situation : Séisme



- 1 Limons sableux
- 2 Sables et graviers
- 3 Mur en pierres
- 4 Enrochements libres

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Extrême et accidentelles (séisme SES)
Fmin = 1,5082

Données de la phase 3

Nom de la phase : Phase 3

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	14	13	Sables et graviers	3	13	26	Sables et graviers	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Limons sableux	6	2	3	Limons sableux	7	3	4	Mur en pierres
11	7	8	Mur en pierres	12	8	9	Limons sableux	13	9	28	Limons sableux
14	15	20	Limons sableux	15	16	14	-	16	12	11	Enrochements libres
17	11	8	Limons sableux	18	17	18	Sables et graviers	19	11	19	Enrochements libres
20	19	22	Enrochements libres	21	20	16	Sables et graviers	22	10	29	Sables et graviers
23	22	18	Enrochements libres	24	10	22	Sables et graviers	25	3	23	Limons sableux
26	23	12	Enrochements libres	27	24	23	Enrochements libres	28	21	17	Sables et graviers
29	21	0	Sables et graviers	30	24	21	Enrochements libres	31	26	0	Sables et graviers
32	28	15	Limons sableux	33	29	20	Sables et graviers	38	4	7	Mur en pierres

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y
1	-50,000	190,300	2	6,550	190,300				

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Crue Q30

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 7,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 13,900; Y= 188,100

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2600

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1153; X0= 12,14; Y0= 194,29; R= 6,63

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00	22,00	20,00
φ (°)	32,00	35,00	45,00	45,00
c (kPa)	3,00	0,00	15,00	5,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 / Situation : Crue Q30

28,10

2,08

1,26

1	Limons sableux
2	Sables et graviers
3	Mur en pierres
4	Enrochements libres

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Rare (Q30 à Q100)
Fmin = 1,2600

Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 3
Nom de la situation : Crue Q30 (UNITAIRE)
Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : UNITAIRE
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique
Nombre de découpages : 10
Incrément sur le rayon : 0,200
Abscisse émergence limite aval : 7,500
Type de recherche : Point de passage imposé
Point de passage imposé : X= 13,900; Y= 188,100
Nombre de tranches : 100
Prise en compte du séisme : Non
Résultats
Coefficient de sécurité minimal : 1,8139
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1153; X0= 12,14; Y0= 194,29; R= 6,63

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00	22,00	20,00
φ (°)	32,00	35,00	45,00	45,00
c (kPa)	3,00	0,00	15,00	5,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 3 / Situation : Crue Q30 (UNITAIRE)

40,47

2,99

2,50

2,47

2,01

1,81

1,82

2,43

5,15

7,76

2,56

2,50

1,94

1,88

1,84

1,96

2,38

4,13

6,83

4,35

3,40

2,50

2,45

1,82

1,94

2,30

6,25

6,76

6,70

3,33

2,42

2,09

2,17

2,24

2,15

5,62

5,49

6,70

6,83

4,29

3,27

2,38

2,07

2,11

3,32

5,11

6,64

7,04

4,32

3,21

2,38

2,07

2,27

4,55

5,05

6,58

7,28

4,39

3,14

2,38

2,07

2,27

4,55

5,05

6,58

7,59

4,48

3,05

2,43

2,10

2,27

4,55

5,05

6,58

7,94

4,63

3,04

2,47

2,14

2,27

4,55

5,05

6,58

8,38

4,82

3,10

2,42

2,24

2,27

4,55

5,05

6,58

8,73

5,07

3,18

2,40

2,24

2,27

4,55

5,05

6,58

9,15

5,40

3,36

2,40

2,24

2,27

4,55

5,05

6,58

9,57

5,82

3,72

2,40

2,24

2,27

4,55

5,05

6,58

9,99

6,24

4,00

4,99

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

6,45

- 1 Limons sableux
- 2 Sables et graviers
- 3 Mur en pierres
- 4 Enrochements libres

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : UNITAIRE
Fmin = 1,8139

Données de la phase 4

Nom de la phase : Phase 4

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
2	14	13	Sables et graviers	3	13	26	Sables et graviers	4	0	1	Limons sableux
5	1	2	Limons sableux	6	2	3	Limons sableux	7	3	4	Mur en pierres
11	7	8	Mur en pierres	12	8	9	Limons sableux	13	9	28	Limons sableux
14	15	20	Limons sableux	15	16	14	-	16	12	11	Enrochements libres
17	11	8	Limons sableux	18	17	18	Sables et graviers	19	11	19	Enrochements libres
20	19	22	Enrochements libres	21	20	16	Sables et graviers	22	10	29	Sables et graviers
23	22	18	Enrochements libres	24	10	22	Sables et graviers	25	3	23	Limons sableux
26	23	12	Enrochements libres	27	24	23	Enrochements libres	28	21	17	Sables et graviers
29	21	0	Sables et graviers	30	24	21	Enrochements libres	31	26	0	Sables et graviers
32	28	15	Limons sableux	33	29	20	Sables et graviers	38	4	7	Mur en pierres

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y
1	-50,000	191,200	2	6,650	191,200				



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 11 mai 2023 21:28:07
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP2 amont - Talus côté terre

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Crue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,300
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 7,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 13,900; Y= 188,100

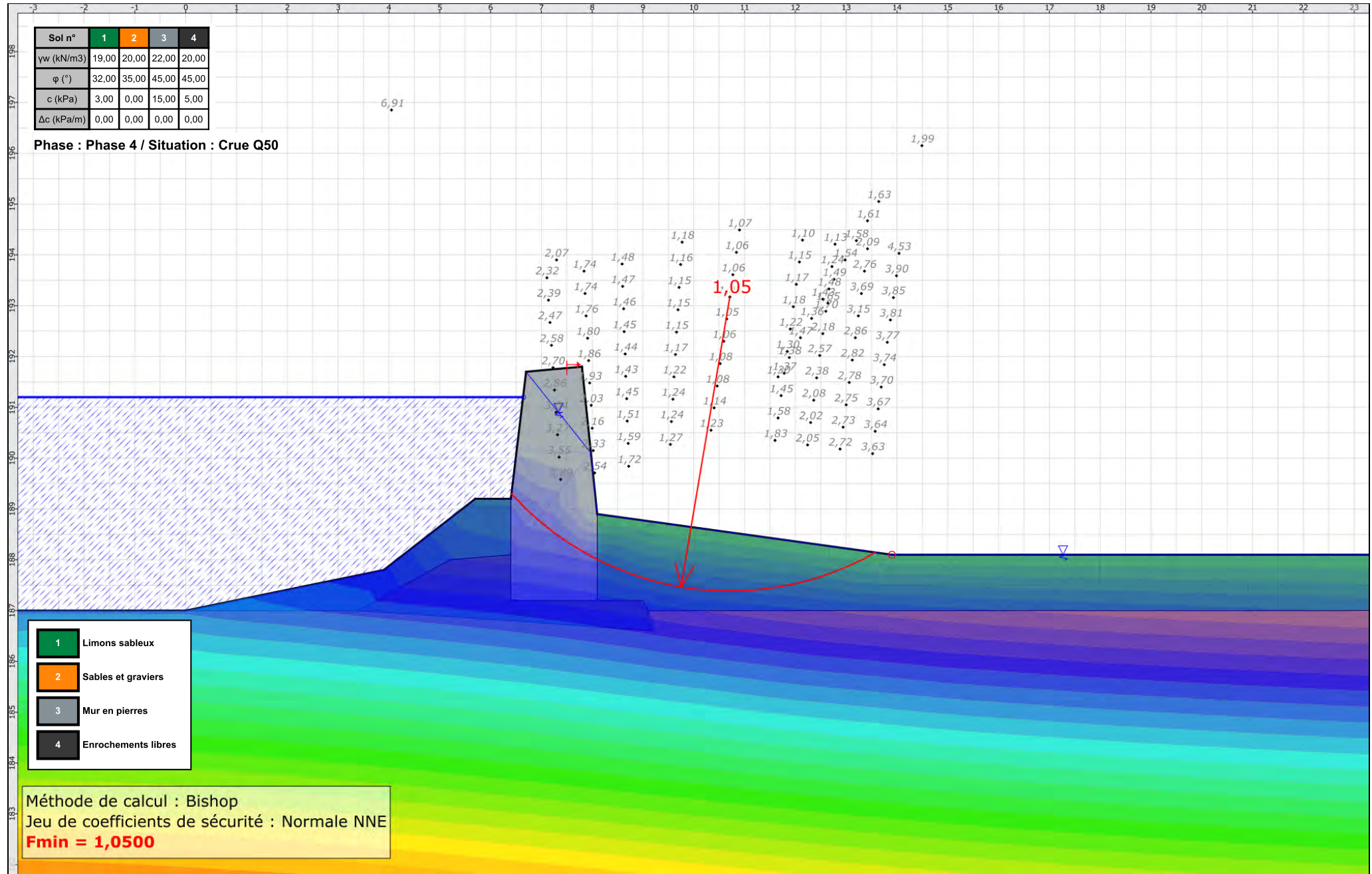
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0500

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1297; X0= 10,71; Y0= 193,17; R= 5,79



Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Crue Q50 (UNITAIRE)

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : UNITAIRE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 7,500

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 13,900; Y= 188,100

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

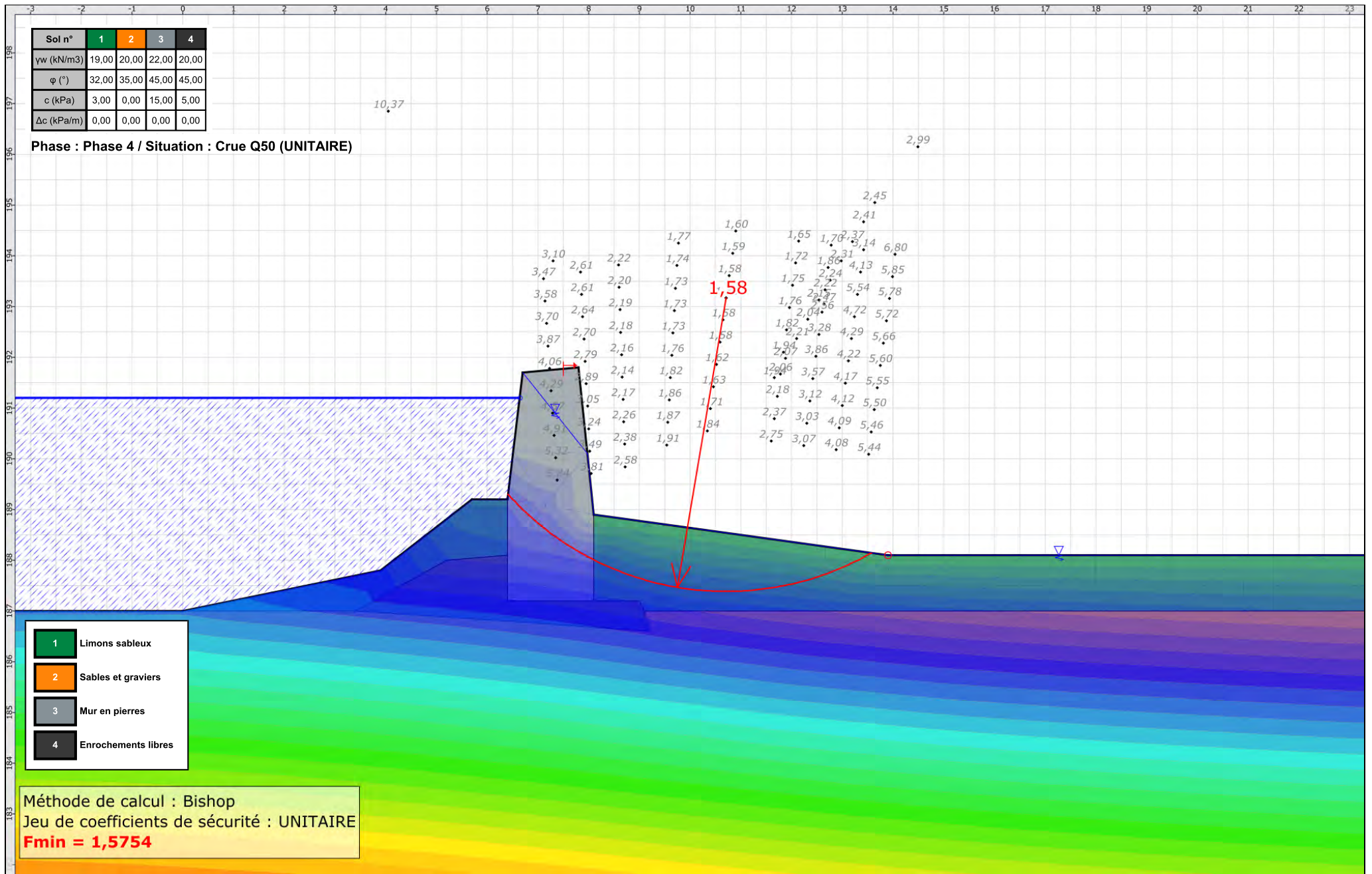
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5754

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1297; X0= 10,71; Y0= 193,17; R= 5,79

1	Limons sableux
2	Sables et graviers
3	Mur en pierres
4	Enrochements libres

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : UNITAIRE
Fmin = 1,5754



Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0594
Titre du calcul : AEP2 amont - Talus côté rivière
Lieu : Pertuis
Commentaires : N/A
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3
yw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Limons sableux		19,0	32,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Sables et graviers		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Mur en pierres		22,0	45,00	-	-	-	-	-	Oui	Non	Non
4	Enrochements libres		20,0	45,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma\tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Limons sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Sables et graviers		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Mur en pierres		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Enrochements libres		-	-	-	Effective	Linéaire

Anisotropie de la couche: Mur en pierres

	Angle	c		Angle	c		Angle	c		Angle	c		Angle	c		Angle	c
1	-90,000	30,000	2	0,000	0,000	3	0,000	0,000	4	0,000	0,000	5	0,000	0,000	6	0,000	0,000
8	90,000	30,000															

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
0	-0,000	187,000	1	-3,900	187,800	2	-5,700	189,200	3	-6,400	189,200	4	-6,700	191,700	7	-7,800	191,800
8	-8,100	188,900	9	-13,900	188,100	10	-10,000	187,000	11	-8,100	187,200	12	-6,400	187,200	13	50,000	187,000
14	50,000	180,000	15	-63,900	188,100	16	-63,900	180,000	17	-6,400	186,800	18	-9,200	186,600	19	-9,000	187,200
20	-63,900	187,000	21	-3,400	187,000	22	-9,100	187,000	23	-6,400	188,100	24	-5,200	188,000	25	7,100	183,400
26	7,100	187,000	27	-22,400	183,400	28	-22,400	188,100	29	-22,400	187,000						

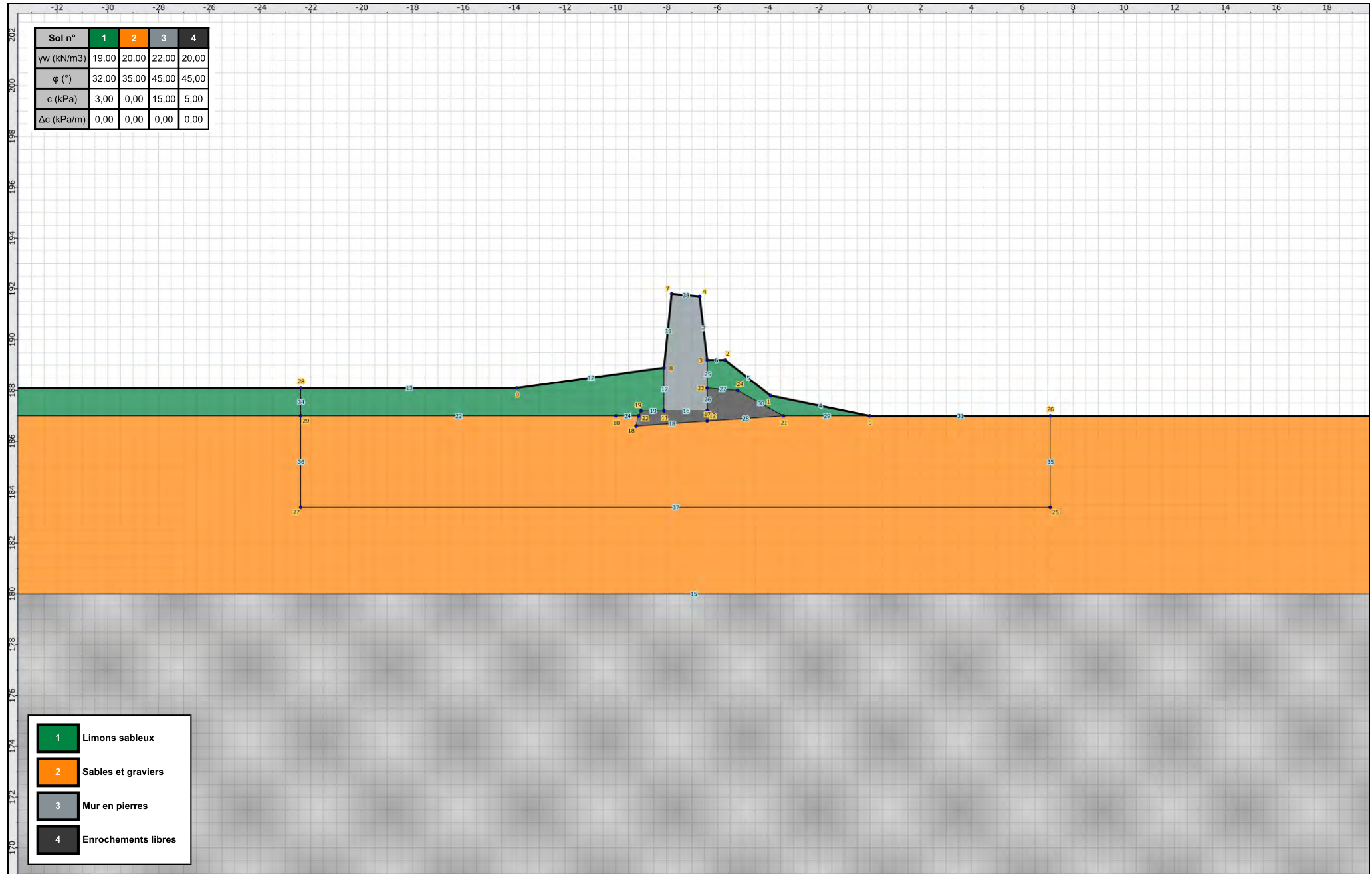
Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	14	13	3	13	26	4	0	1	5	1	2	6	2	3	7	3	4	11	7	8
12	8	9	13	9	28	14	15	20	15	16	14	16	12	11	17	11	8	18	17	18
19	11	19	20	19	22	21	20	16	22	10	29	23	22	18	24	10	22	25	3	23
26	23	12	27	24	23	28	21	17	29	21	0	30	24	21	31	26	0	32	28	15
33	29	20	34	29	28	35	26	25	36	27	29	37	25	27	38	4	7			



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 11 mai 2023 22:25:23
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP2 amont - Talus côté rivière



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase initiale

Nom de la situation : Normale NNE

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,250	Γc'	1,250	Γcu	1,300
ΓQ	1,300	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : -7,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -0,000; Y= 187,000

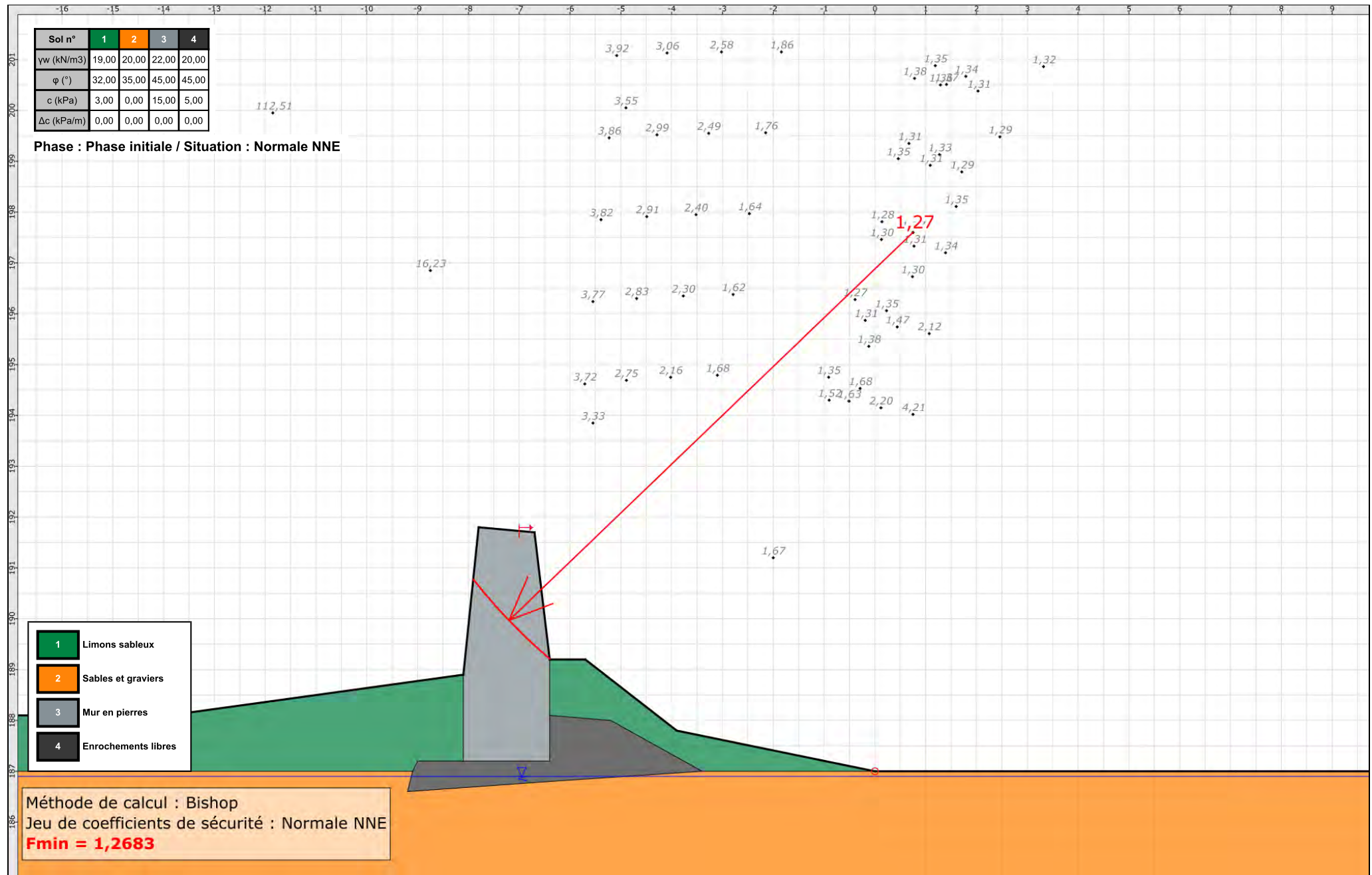
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2683

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1210; X0= 0,75; Y0= 197,60; R= 11,02



Données de la situation 1

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Extrême et accidentelles (séisme SES)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : -7,253

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -3,900; Y= 187,800

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : -0,083

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

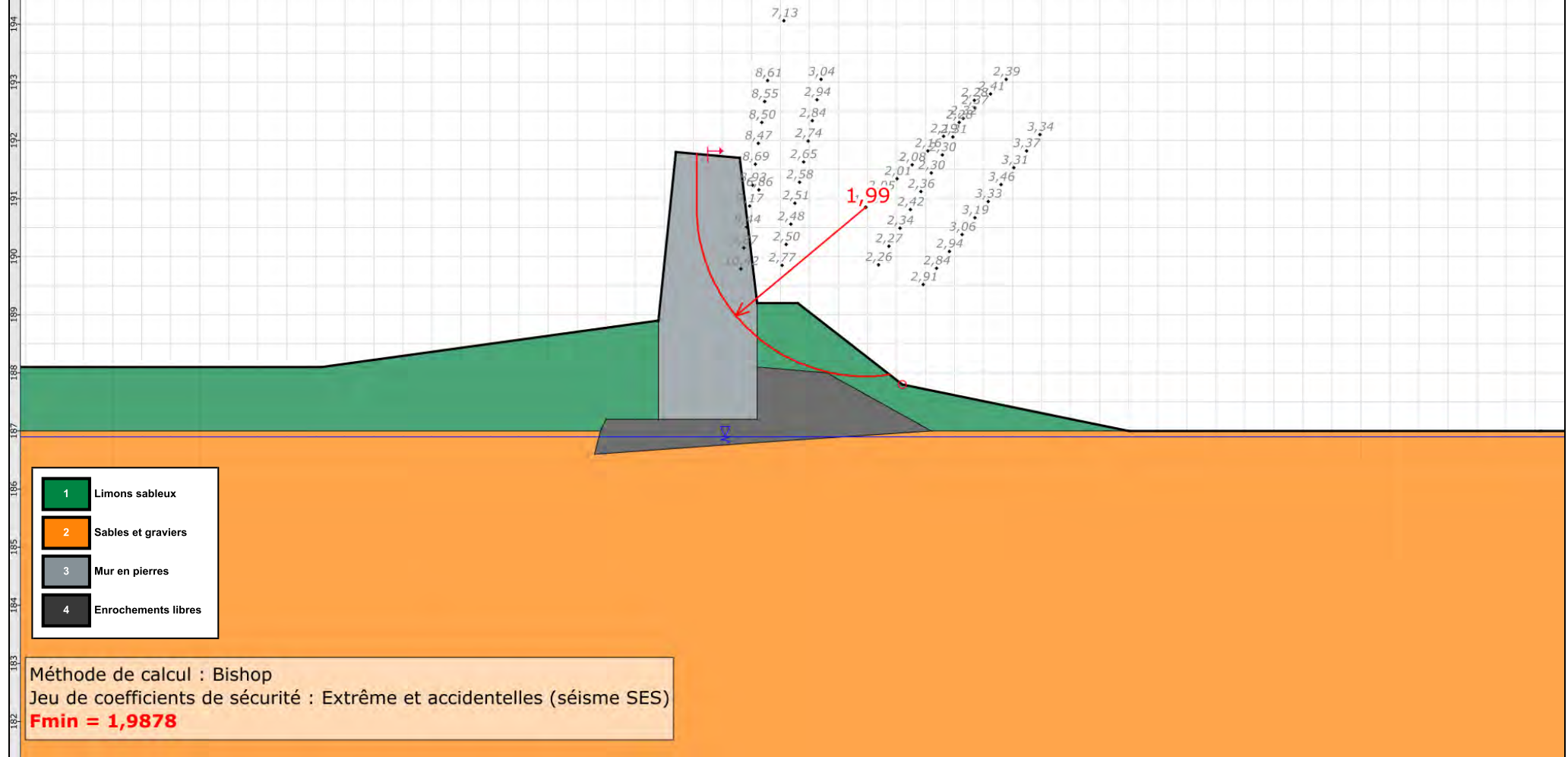
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,9878

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1058; X0= -4,53; Y0= 190,85; R= 2,91

Sol n°	1	2	3	4
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00	22,00	20,00
φ (°)	32,00	35,00	45,00	45,00
c (kPa)	3,00	0,00	15,00	5,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : Sismique / Situation : Séisme



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Décrue Q30

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : -7,384

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -0,000; Y= 187,000

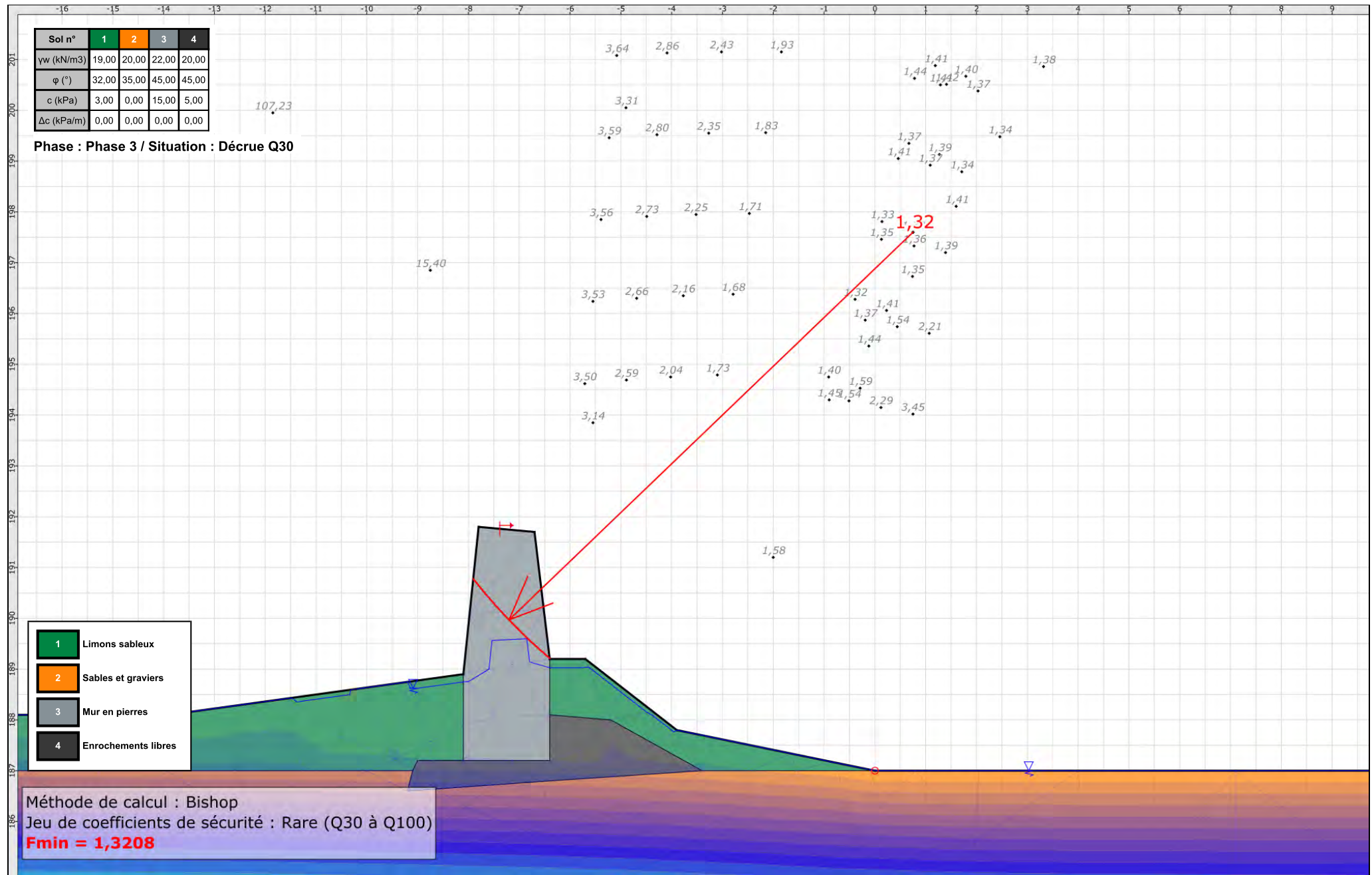
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3208

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1210; X0= 0,75; Y0= 197,60; R= 11,02

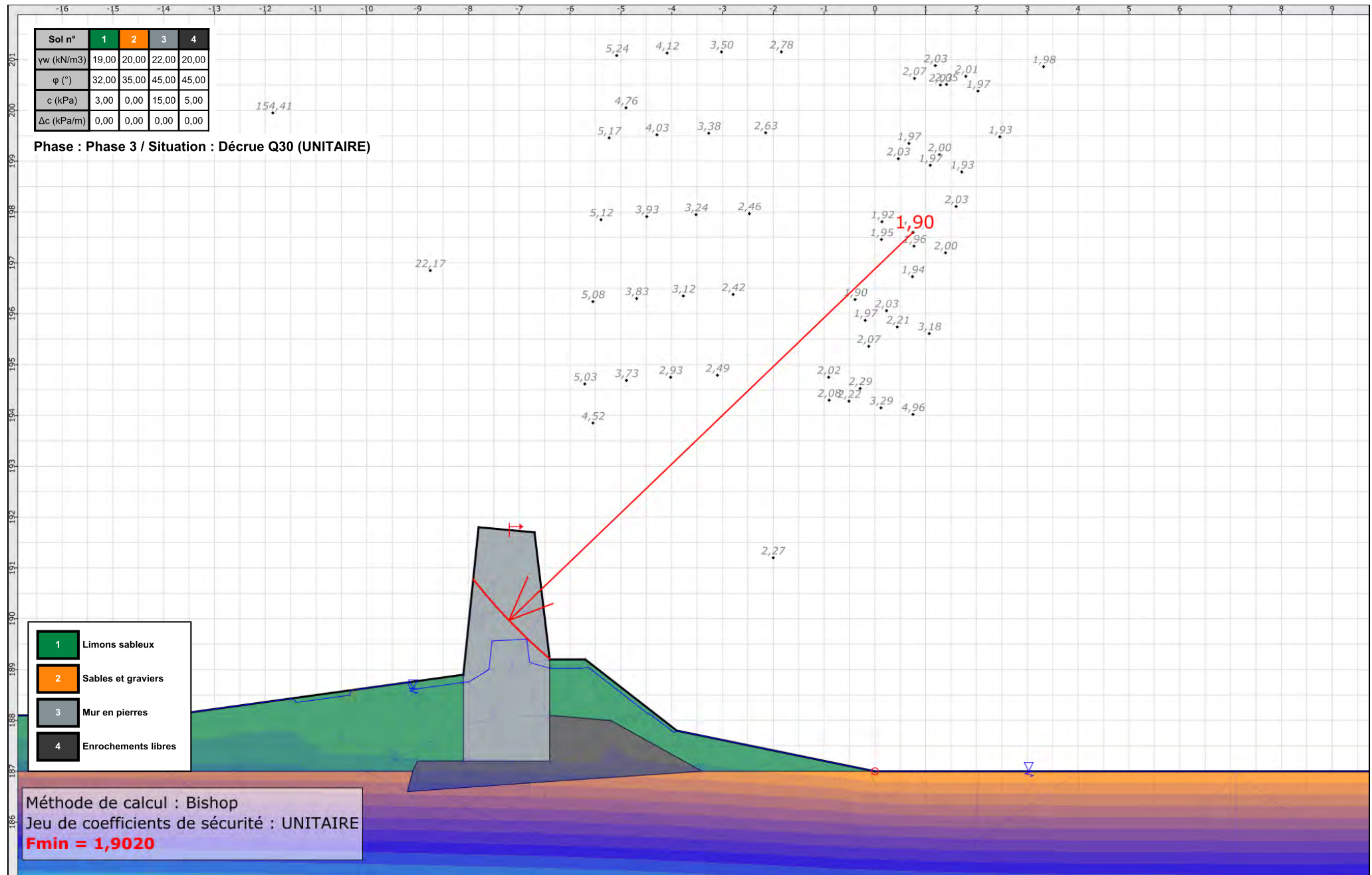


Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 3
Nom de la situation : Décrue Q30 (UNITAIRE)
Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : UNITAIRE
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{bouton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique
Nombre de découpages : 10
Incrément sur le rayon : 0,200
Abscisse émergence limite aval : -7,196
Type de recherche : Point de passage imposé
Point de passage imposé : X= -0,000; Y= 187,000
Nombre de tranches : 100
Prise en compte du séisme : Non
Résultats
Coefficient de sécurité minimal : 1,9020
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1210; X0= 0,75; Y0= 197,60; R= 11,02



Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Décrue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	Γ_{cu}	1,300
Γ_Q	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : -6,700

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= -0,000; Y= 187,000

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2683

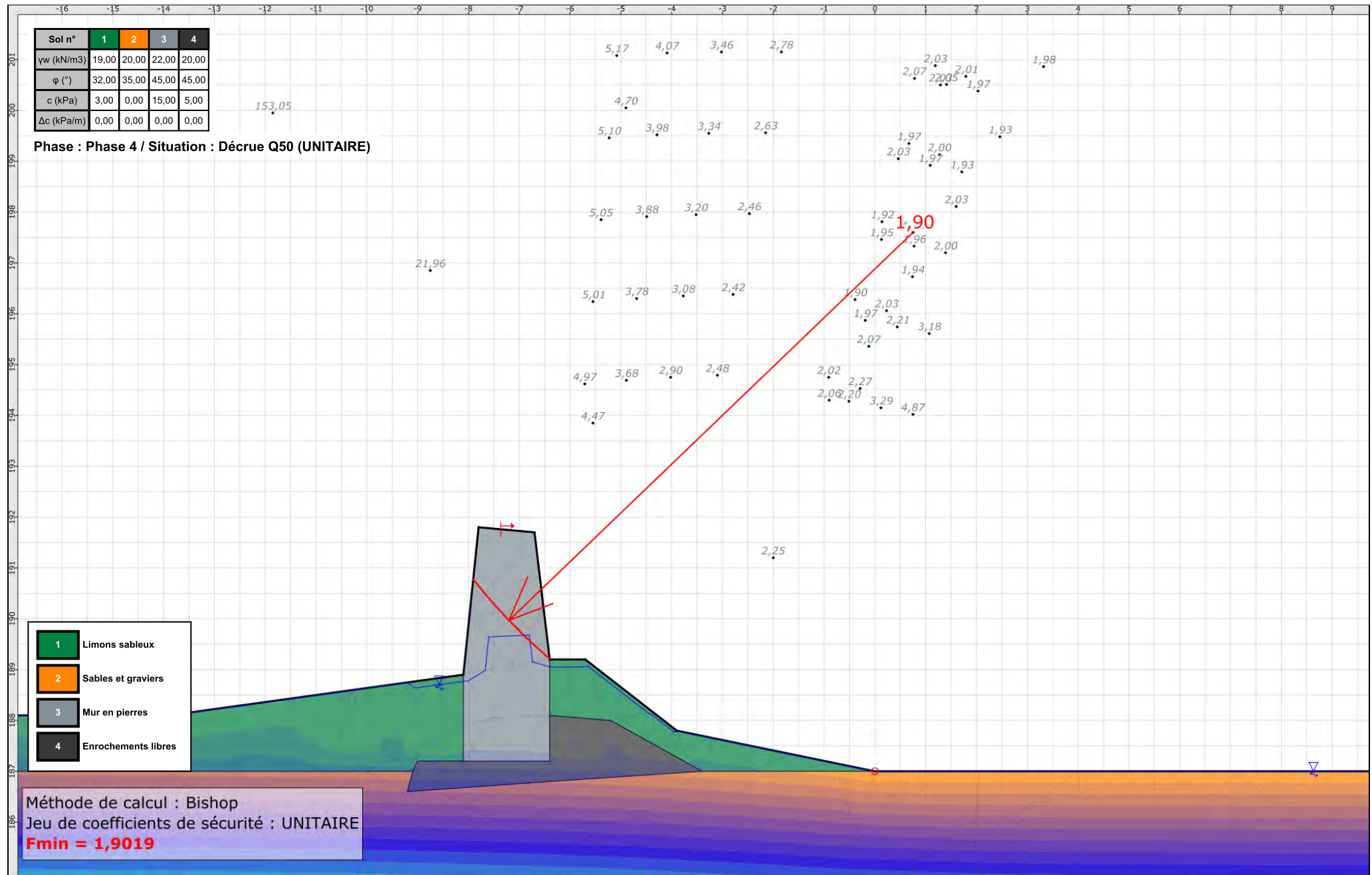
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1210; X0= 0,75; Y0= 197,60; R= 11,02

Données de la situation 2

Nom de la phase : Phase 4
Nom de la situation : Décrue Q50 (UNITAIRE)
Méthode de calcul : Bishop
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : UNITAIRE
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,000

Type de surface de rupture : Circulaire automatique
Nombre de découpages : 10
Incrément sur le rayon : 0,200
Abscisse émergence limite aval : -7,365
Type de recherche : Point de passage imposé
Point de passage imposé : X= -0,000; Y= 187,000
Nombre de tranches : 100
Prise en compte du séisme : Non
Résultats
Coefficient de sécurité minimal : 1,9019
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1210; X0= 0,75; Y0= 197,60; R= 11,02

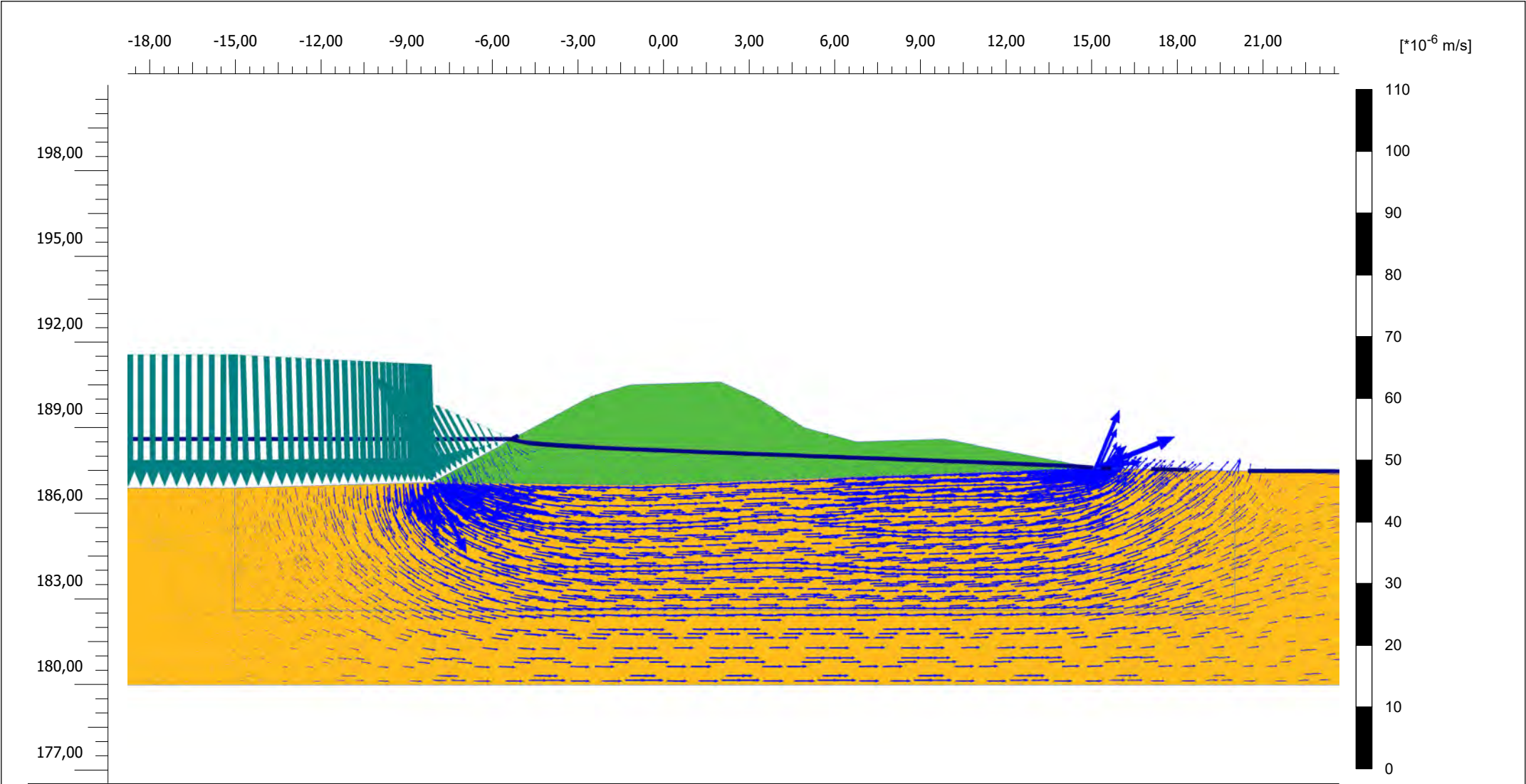


ANNEXE N°6

Résultats des modélisations numériques secteur AEP aval
Profil PR15

ANNEXE N°6.1

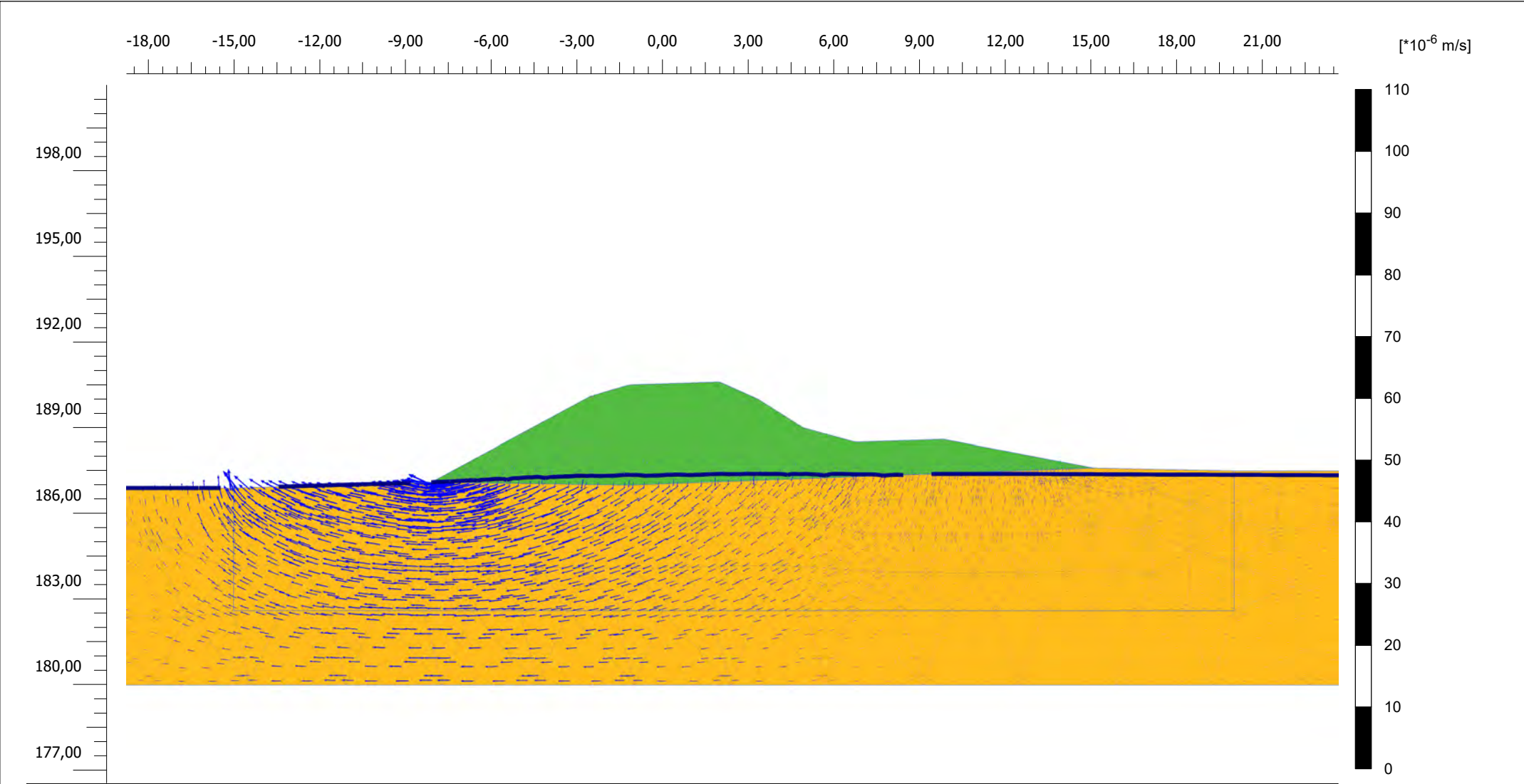
Résultats des modélisations numériques Plaxis – Profil PR15



Groundwater flow $|q|$ (scaled up $200 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,01551 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 404 at Stress point 4839)

Minimum value = $1,104 \cdot 10^{-12}$ m/s (Element 6 at Stress point 62)



Groundwater flow $|q|$ (scaled up $200*10^3$ times)

Maximum value = $5,474*10^{-6}$ m/s (Element 394 at Stress point 4717)

Minimum value = $8,713*10^{-12}$ m/s (Element 448 at Stress point 5372)



Project description

DQ50

Date

13/01/2023

Project filename

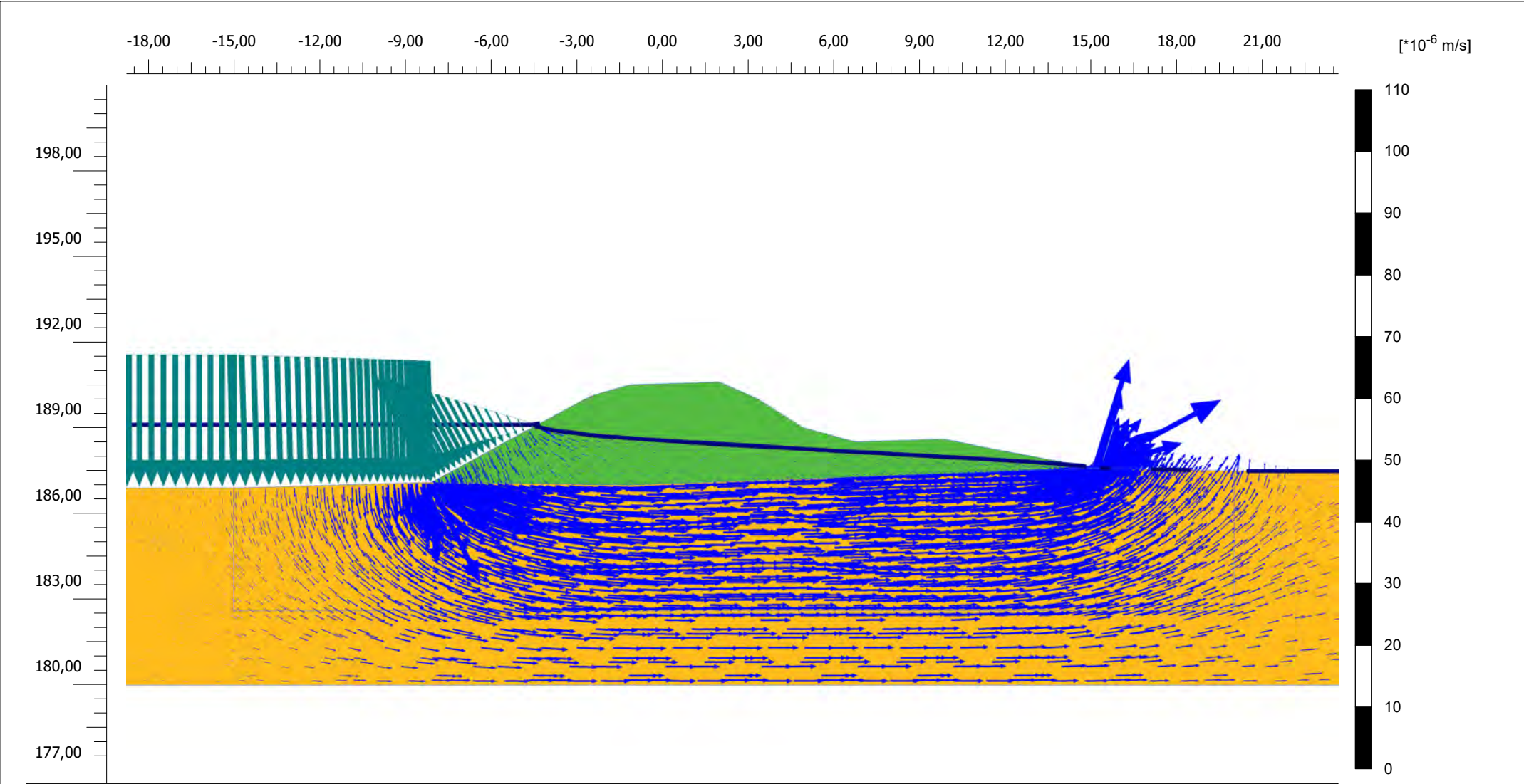
AEP4 aval - Pertuis

Step

397

User name

GEOLITHE



Groundwater flow |q| (scaled up $200 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,02579 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 404 at Stress point 4839)

Minimum value = $1,582 \cdot 10^{-12}$ m/s (Element 6 at Stress point 62)



Project description

Q100

Project filename

AEP4 aval - Pertuis

Step

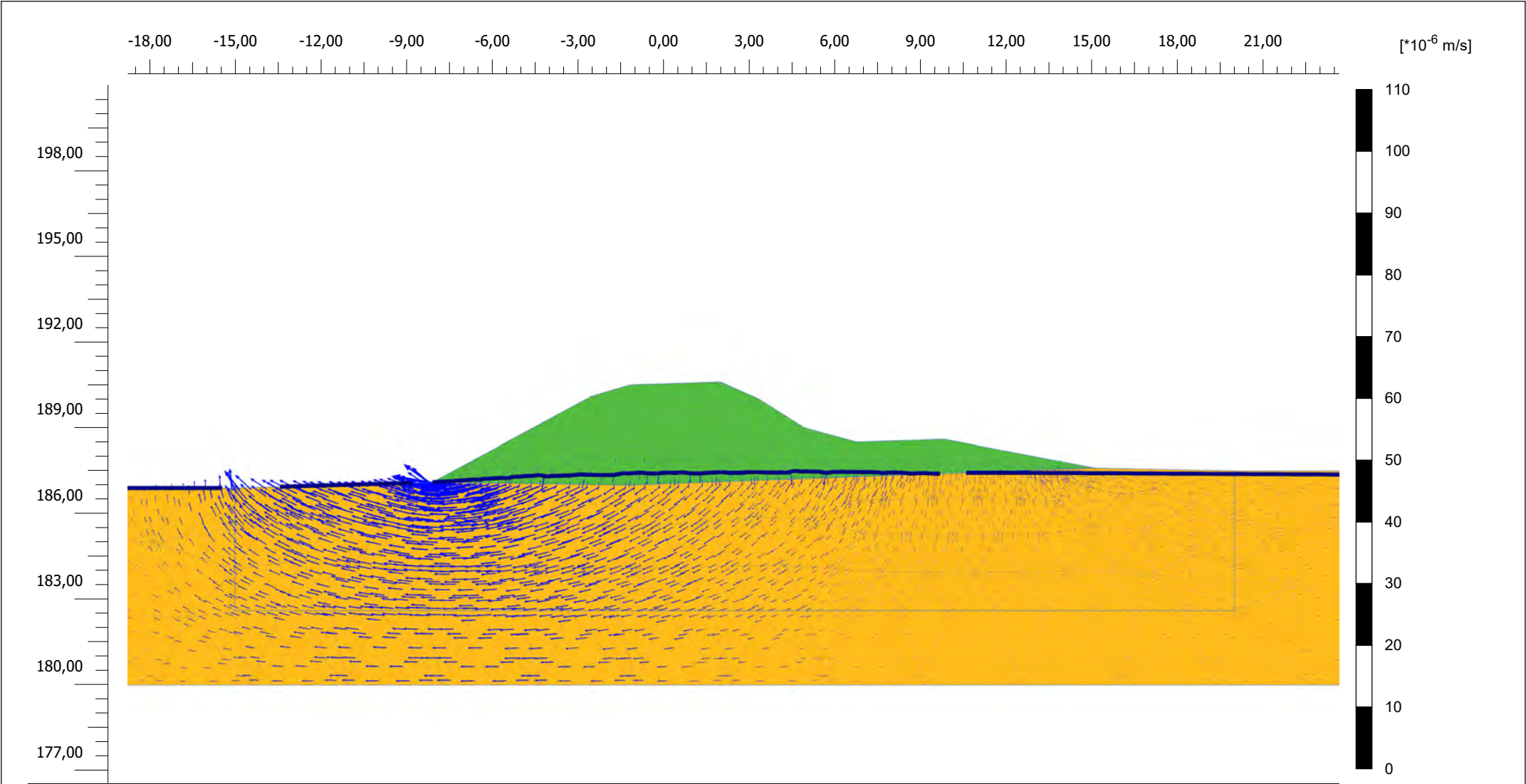
5

User name

GEOLITHE

Date

13/01/2023



Groundwater flow $|q|$ (scaled up 200×10^3 times)

Maximum value = $7,817 \times 10^{-6}$ m/s (Element 394 at Stress point 4717)

Minimum value = $0,02754 \times 10^{-9}$ m/s (Element 446 at Stress point 5350)



Project description

DQ100

Project filename

AEP4 aval - Pertuis

Step

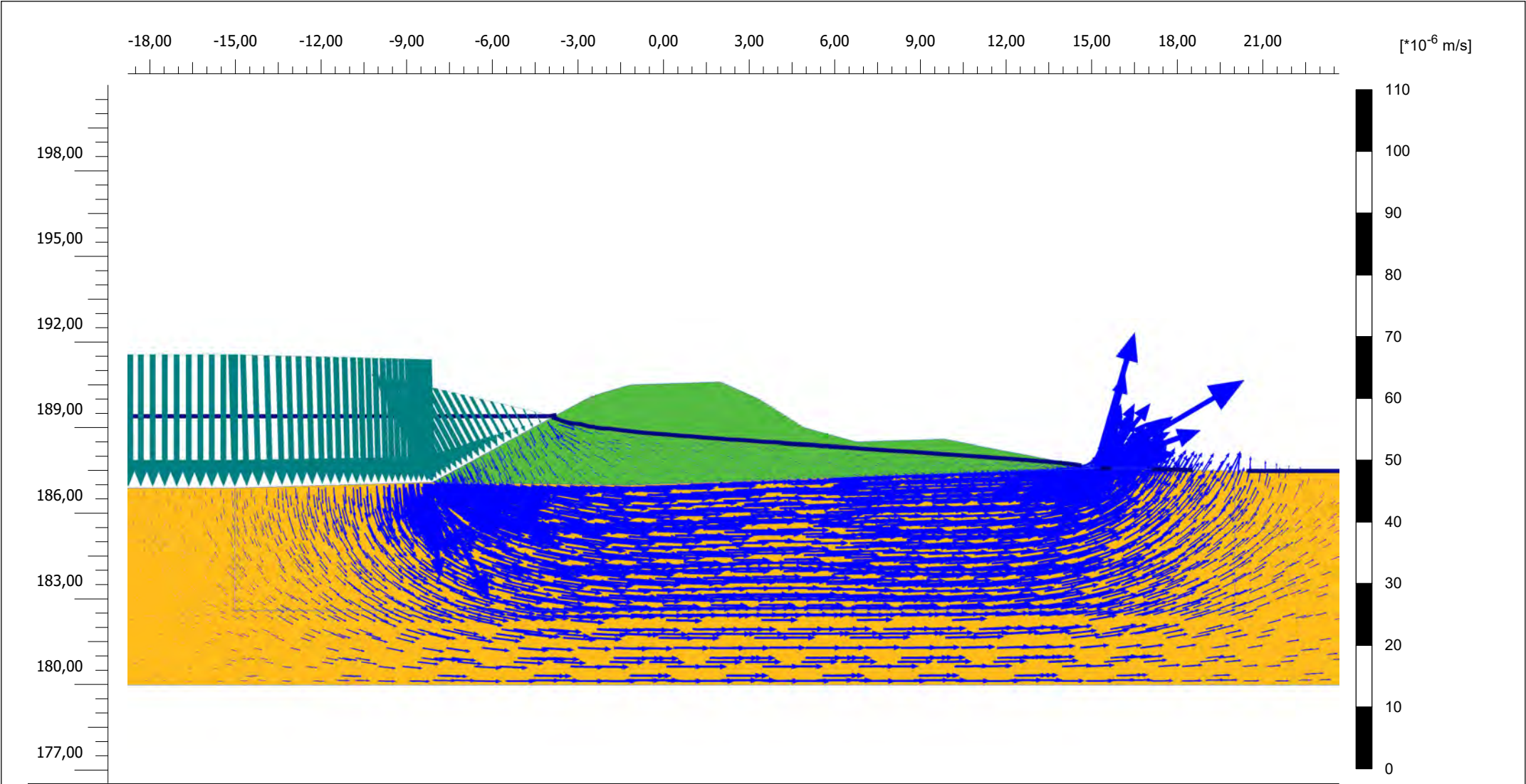
666

User name

GEOLITHE

Date

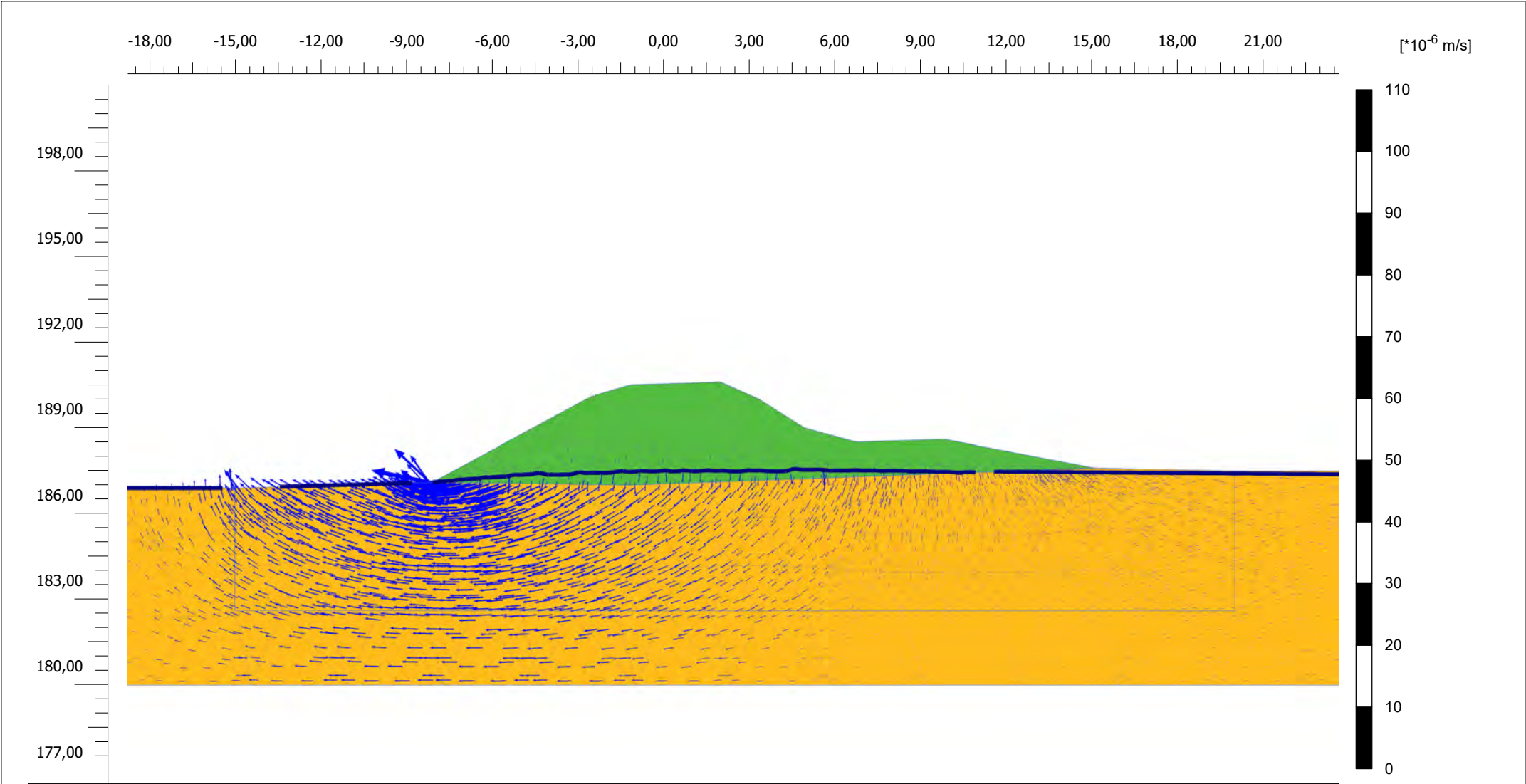
13/01/2023



Groundwater flow |q| (scaled up $200 \cdot 10^3$ times)

Maximum value = $0,03097 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 404 at Stress point 4839)

Minimum value = $1,859 \cdot 10^{-12}$ m/s (Element 6 at Stress point 62)



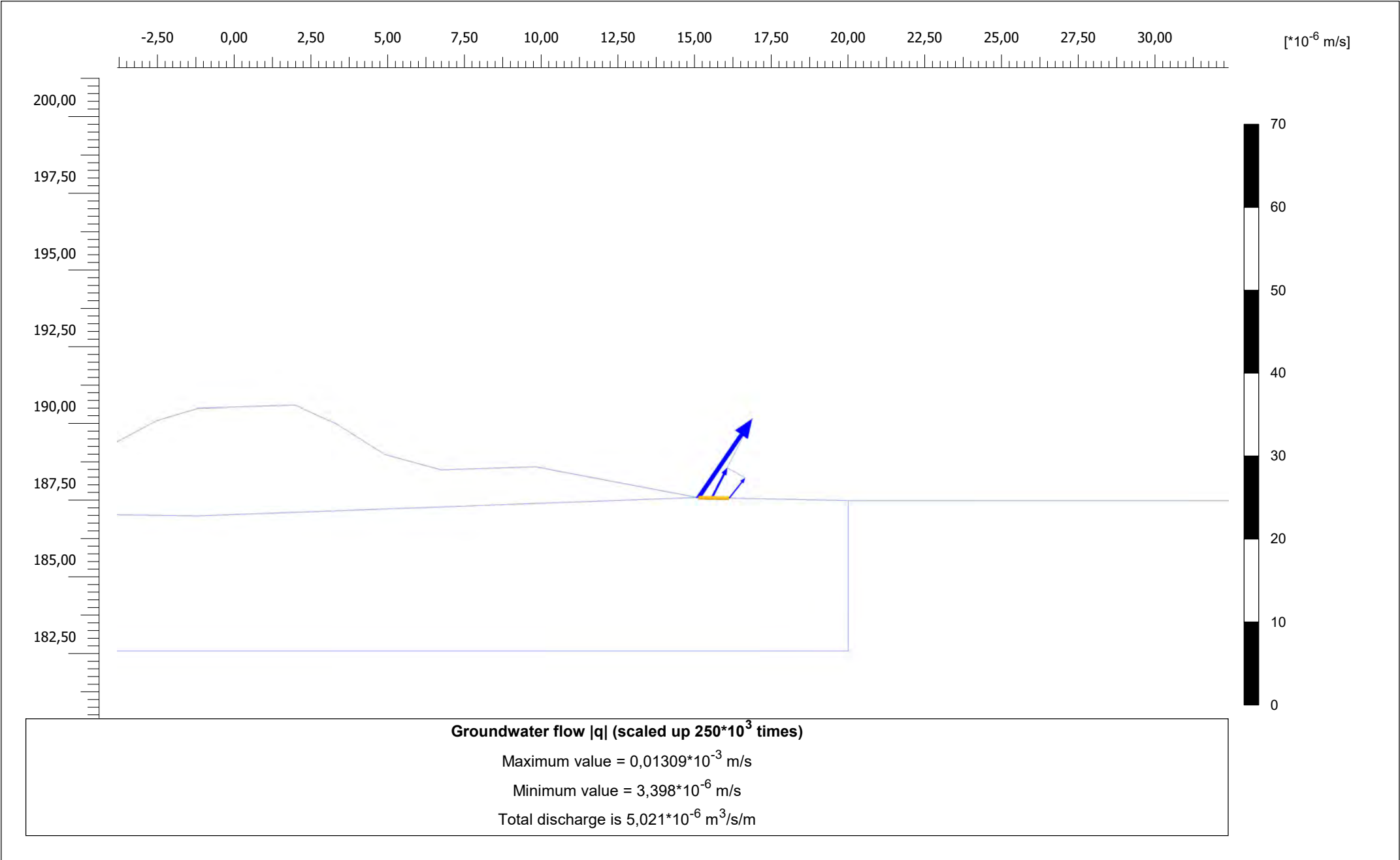
Groundwater flow $|q|$ (scaled up $200 \cdot 10^3$ times)

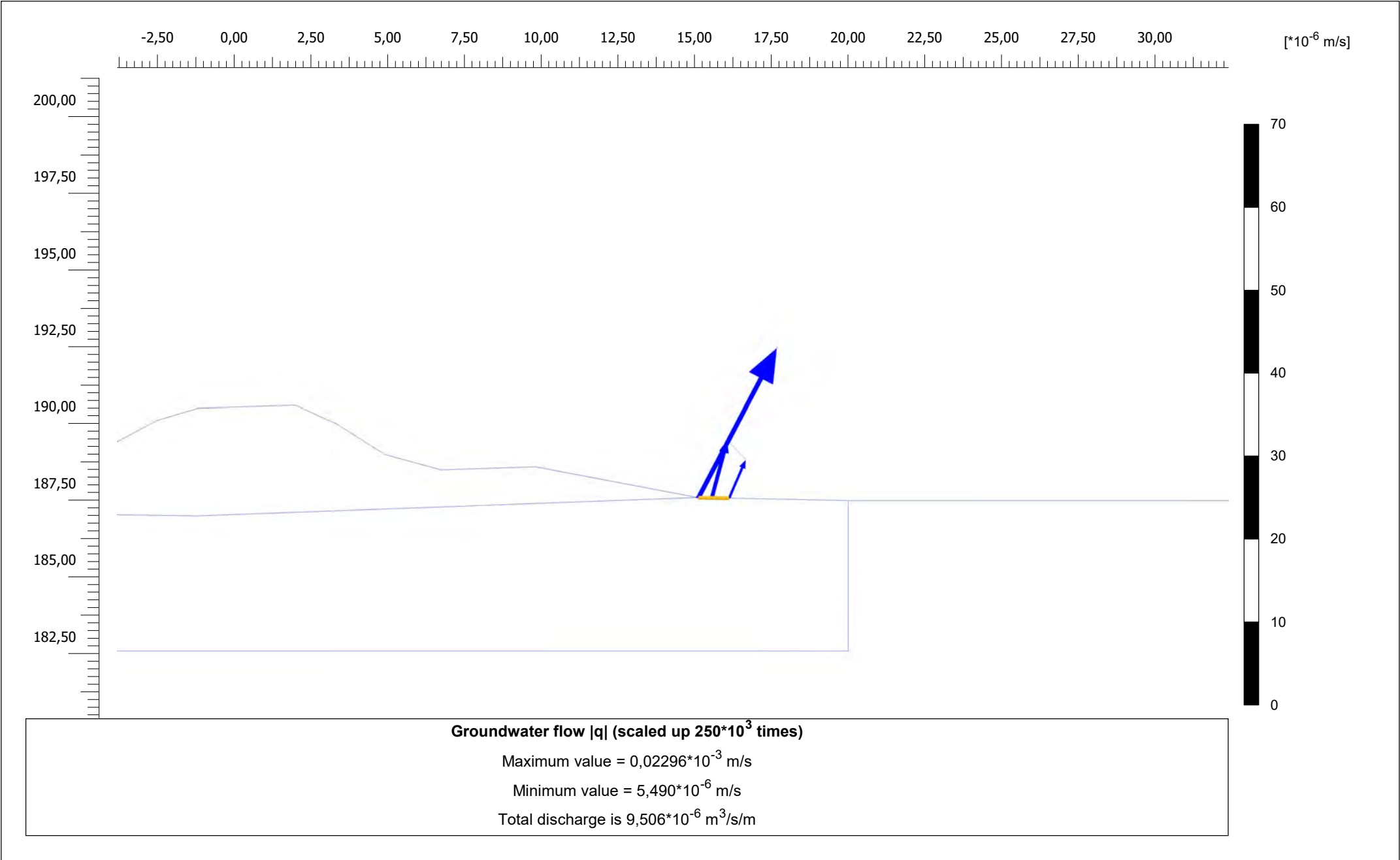
Maximum value = $0,01147 \cdot 10^{-3}$ m/s (Element 394 at Stress point 4717)

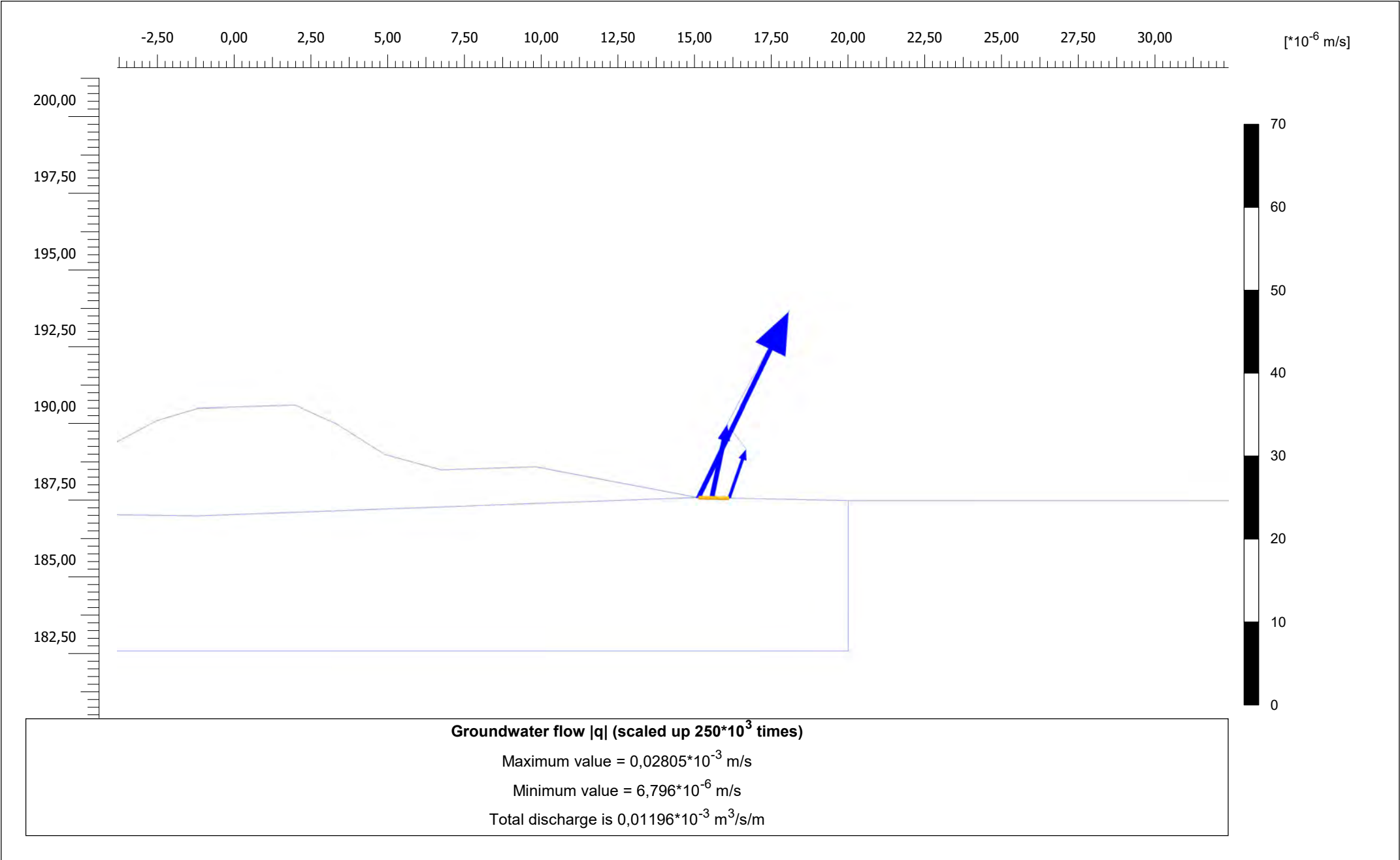
Minimum value = $0,01183 \cdot 10^{-9}$ m/s (Element 450 at Stress point 5390)

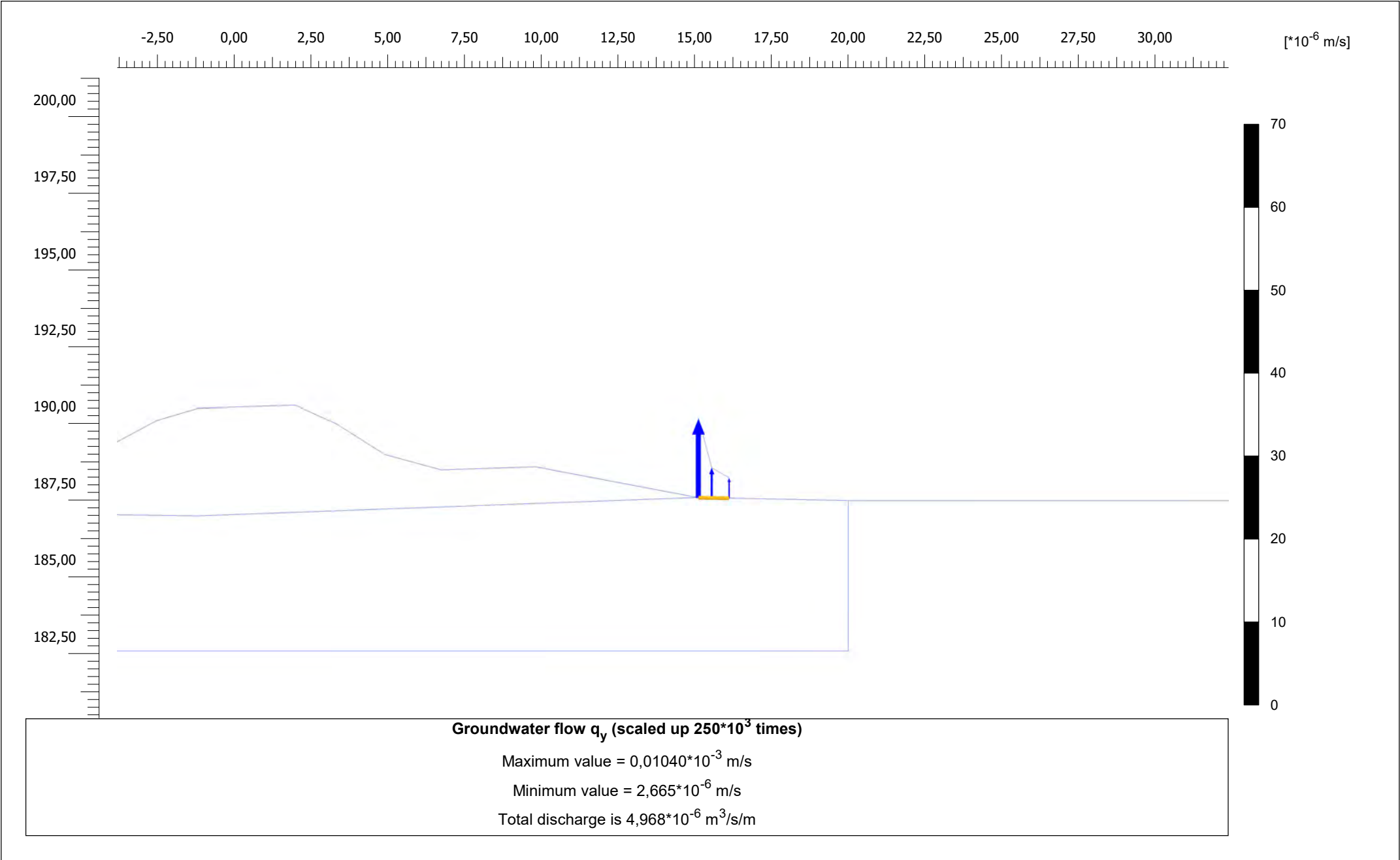


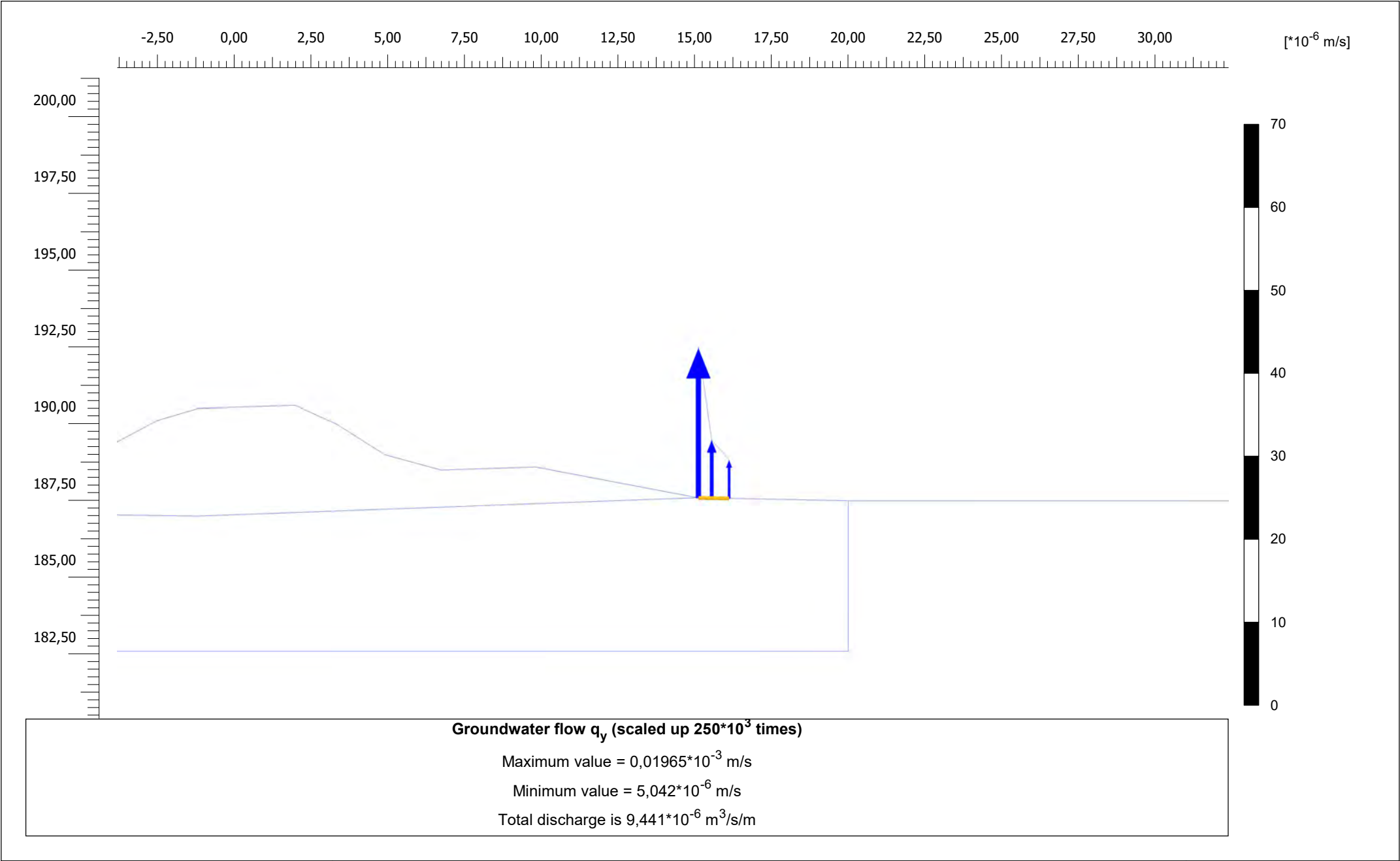
Project description		Date	
DQex		13/01/2023	
Project filename	Step	User name	
AEP4 aval - Pertuis	935	GEOLITHE	

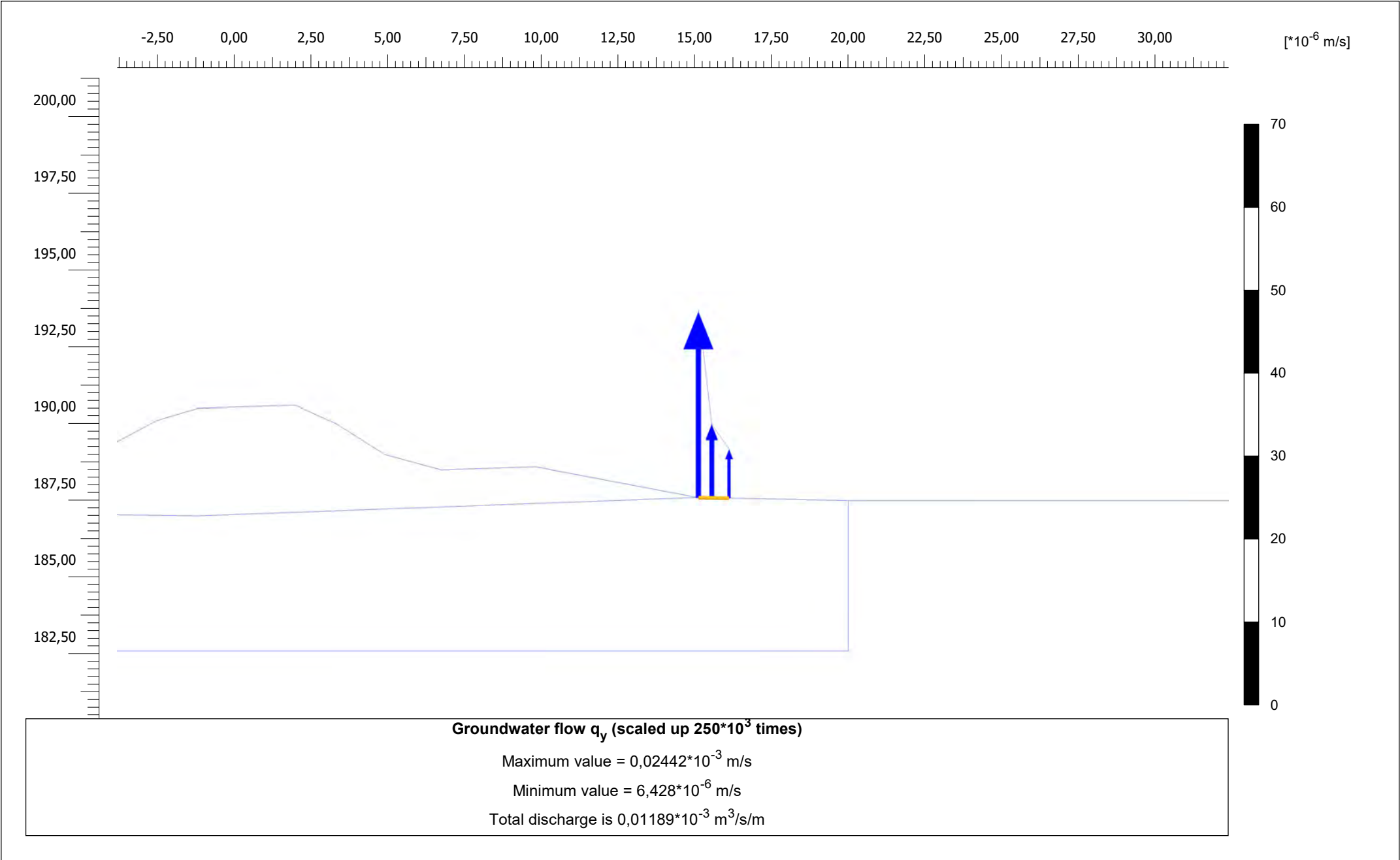












ANNEXE N°6.2

Résultats des modélisations numériques Talren – Profil PR15

Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0594
Titre du calcul : AEP4 aval - Talus amont
Lieu : N/A
Commentaires : N/A
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3
yw : 10.0
Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Corps de digue : Limons sableux		19,0	32,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Sables et graviers		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma\tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Corps de digue : Limons sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Sables et graviers		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
0	15,000	186,900	1	8,090	187,100	2	2,520	190,100	3	1,170	190,500	4	-2,000	190,600	5	-3,340	190,000
6	-4,920	189,000	7	-6,750	188,500	8	-9,820	188,600	9	-15,090	187,600	10	-20,000	187,500	11	1,170	187,000
12	65,000	186,900	13	65,000	180,000	14	-90,000	187,500	15	-90,000	180,000	16	15,000	182,600	17	-20,000	182,600

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	13	15	3	15	14	4	14	10	5	10	9	6	9	8	7	8	7	8	7	6
9	6	5	10	5	4	11	4	3	12	3	2	13	2	1	14	1	0	15	0	12
16	12	13	17	1	11	18	11	9	19	0	16	20	16	17	21	17	10			

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	-2,000	190,600	10,0	1,170	190,500	10,0	90,00

Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase initiale
Détermination de l'enveloppe du talus : automatique
Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés
Surcharges réparties : Charge répartie 1
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-90,000	186,500	0,00	2	65,000	186,500	0,00									



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 janv. 2023 15:30:15
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP4 aval - Talus amont

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase initiale

Nom de la situation : Normale NNE

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,250	Γc'	1,250	Γcu	1,300
ΓQ	1,300	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 8,090; Y= 187,100

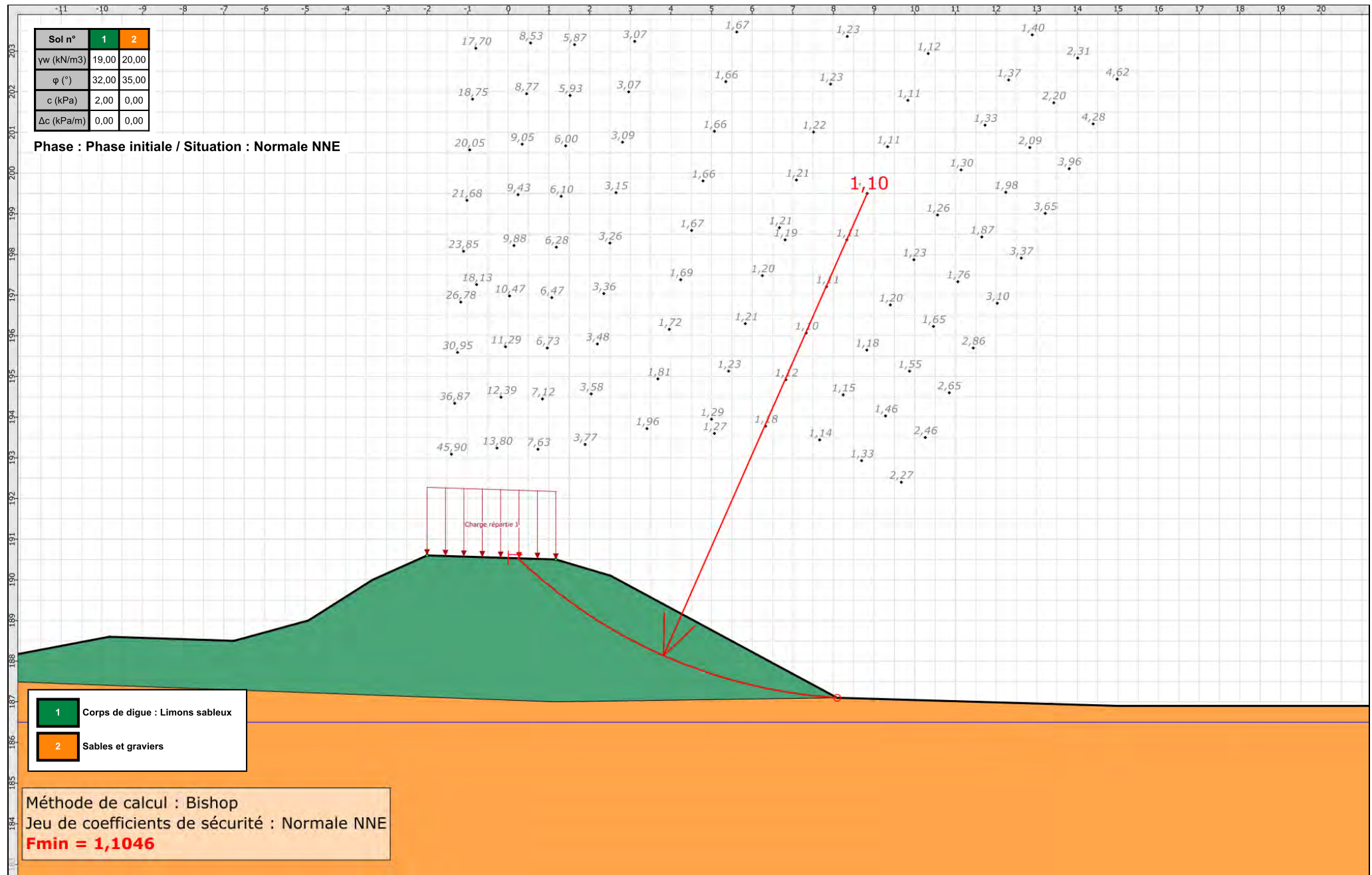
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1046

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1150; X0= 8,83; Y0= 199,50; R= 12,42



Données de la phase 2

Nom de la phase : Sismique

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-90,000	186,500	0,00	2	65,000	186,500	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Extrême et accidentelles (séisme SES)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 8,090; Y= 187,100

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

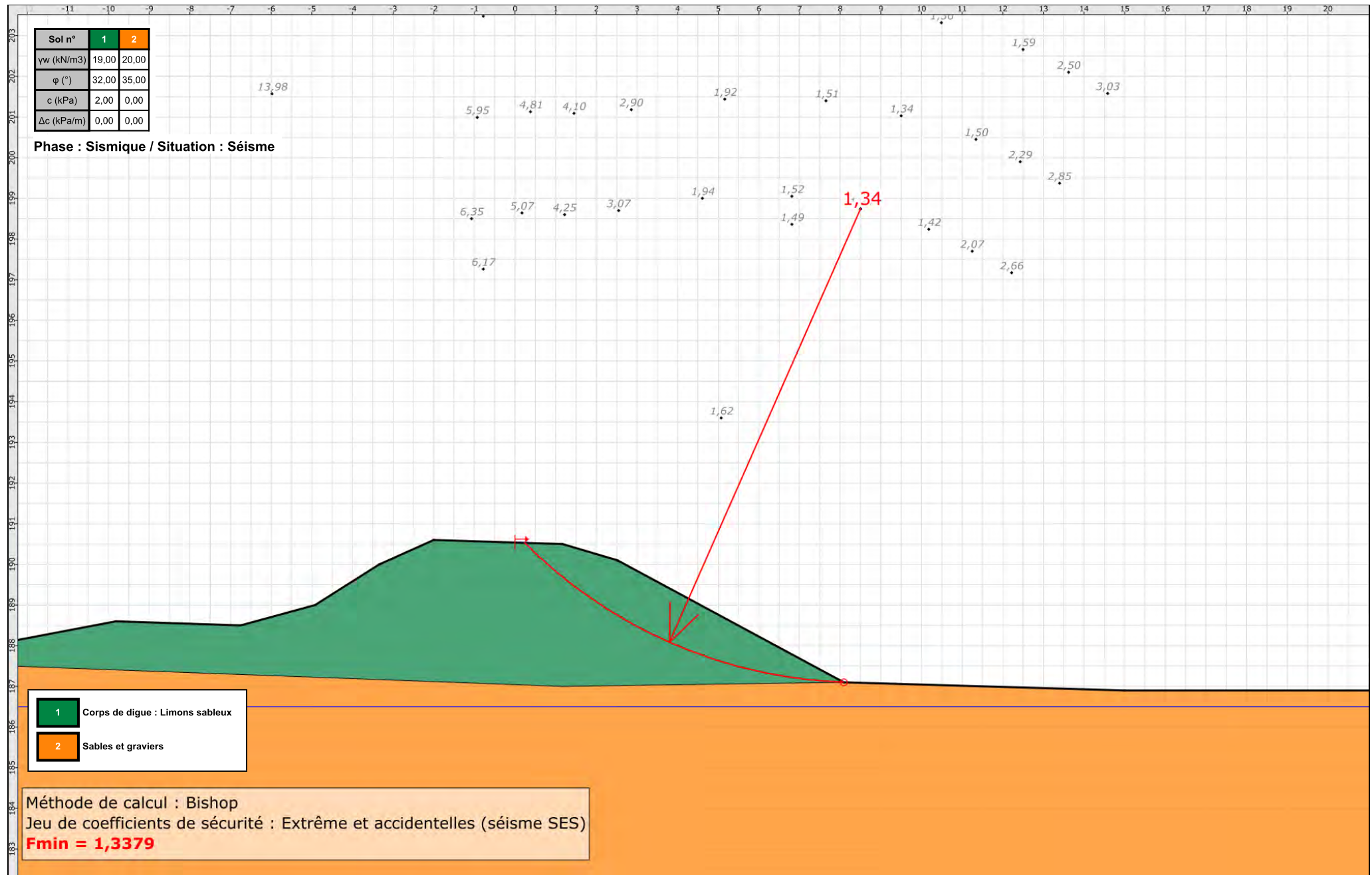
Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,083

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,3379

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1151; X0= 8,50; Y0= 198,74; R= 11,64



Données de la phase 3

Nom de la phase : Phase 3

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Décrue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 8,090; Y= 187,100

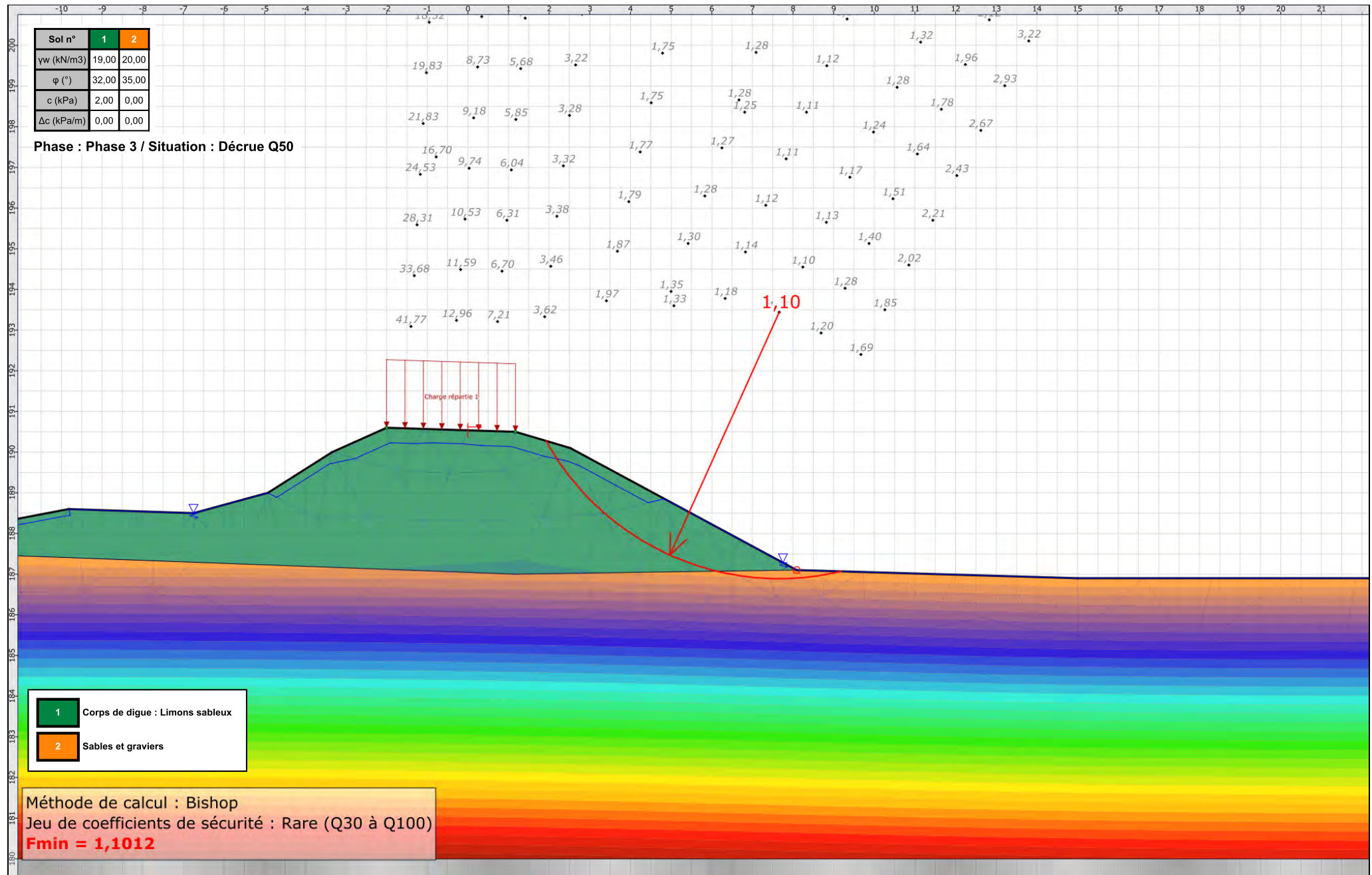
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1012

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1025; X0= 7,66; Y0= 193,44; R= 6,55



Données de la phase 4

Nom de la phase : Phase 4

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Décrue Q100

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 8,090; Y= 187,100

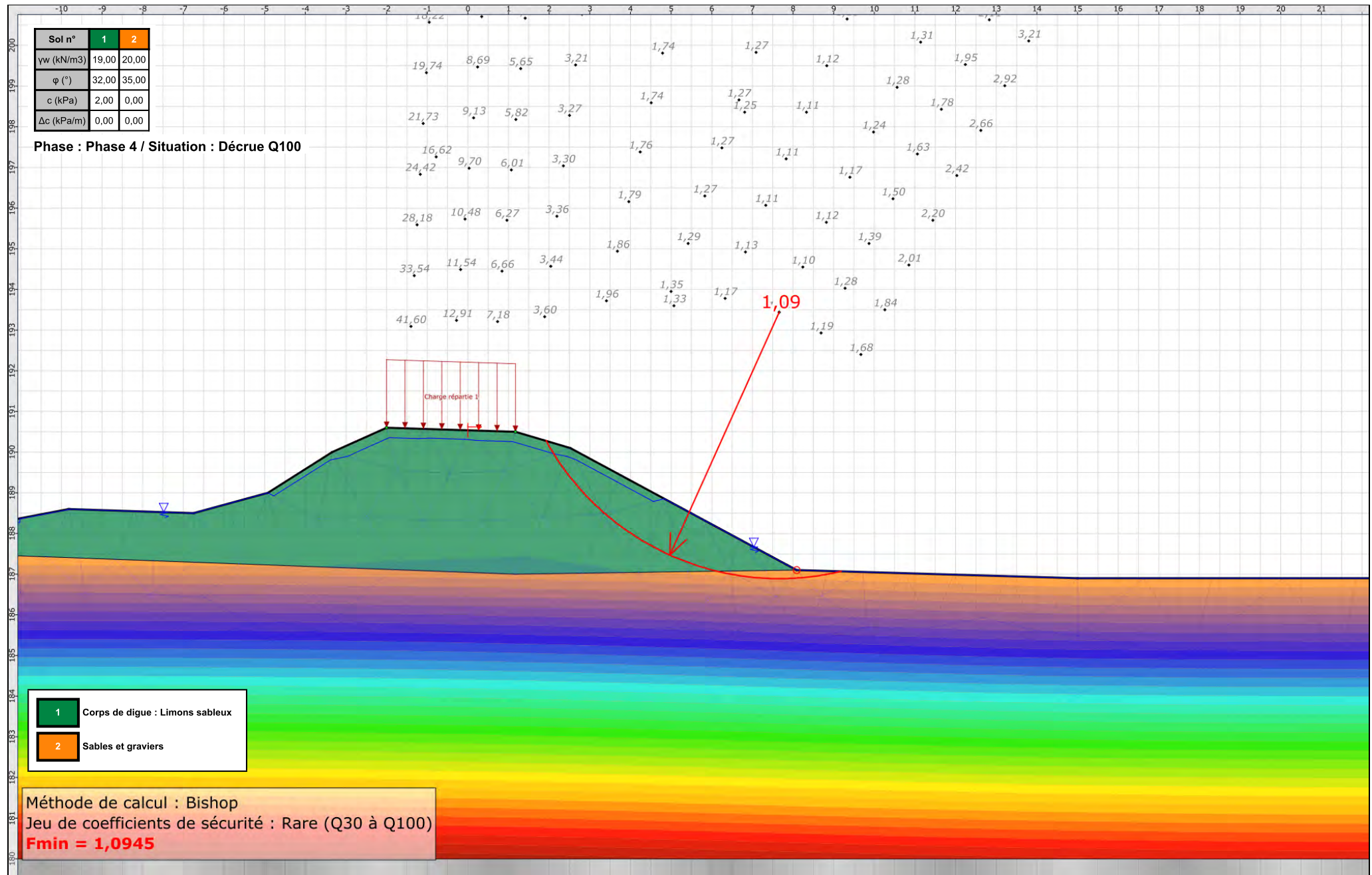
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,0945

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1025; X0= 7,66; Y0= 193,44; R= 6,55



Données de la phase 5

Nom de la phase : Phase 5

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 5

Nom de la situation : Décrue Qex

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Exceptionnelle (Qex)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,100	$\Gamma_{c'}$	1,100	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 8,090; Y= 187,100

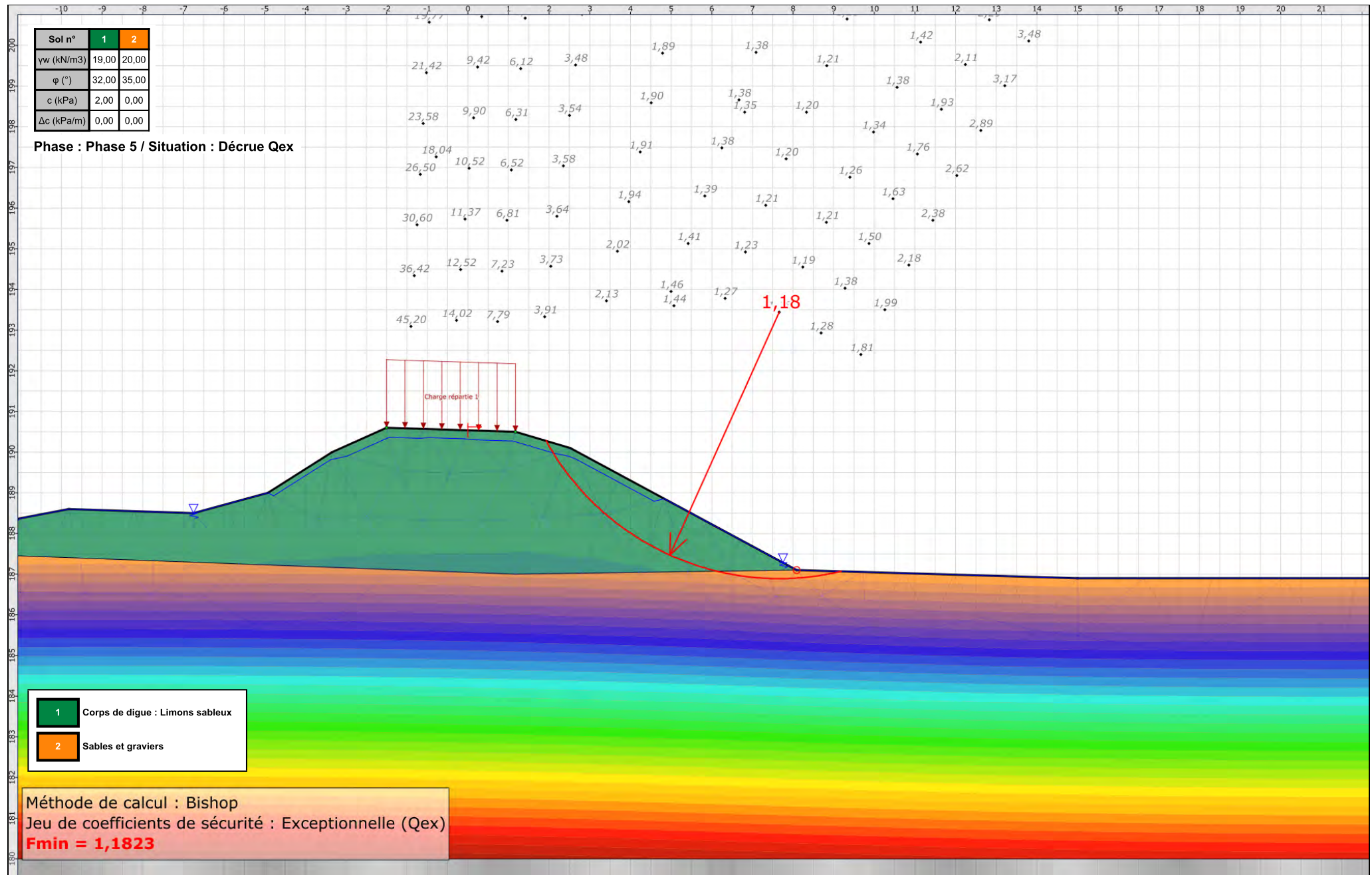
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1823

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1025; X0= 7,66; Y0= 193,44; R= 6,55



Données du projet

Numéro d'affaire : 22-0594
Titre du calcul : AEP4 aval - Talus aval
Lieu : N/A
Commentaires : N/A
Système d'unités : kN, kPa, kN/m3
yw : 10.0
Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Corps de digue : Limons sableux		19,0	32,00	2,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Sables et graviers		20,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	$\Gamma\gamma$	Γc	$\Gamma \tan(\phi)$	Type de cohésion	Courbe
1	Corps de digue : Limons sableux		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Sables et graviers		-	-	-	Effective	Linéaire

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
0	-15,000	186,900	1	-8,090	187,100	2	-2,520	190,100	3	-1,170	190,500	4	2,000	190,600	5	3,340	190,000
6	4,920	189,000	7	6,750	188,500	8	9,820	188,600	9	15,090	187,600	10	20,000	187,500	11	-1,170	187,000
12	-65,000	186,900	13	-65,000	180,000	14	90,000	187,500	15	90,000	180,000	16	-15,000	182,600	17	20,000	182,600

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
2	13	15	3	15	14	4	14	10	5	10	9	6	9	8	7	8	7	8	7	6
9	6	5	10	5	4	11	4	3	12	3	2	13	2	1	14	1	0	15	0	12
16	12	13	17	1	11	18	11	9	19	0	16	20	16	17	21	17	10			

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	-1,170	190,500	10,0	2,000	190,600	10,0	90,00

Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase initiale
Détermination de l'enveloppe du talus : automatique
Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés
Surcharges réparties : Charge répartie 1
Conditions hydrauliques : Nappe phréatique
Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-65,000	186,500	0,00	2	90,000	186,500	0,00									



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 janv. 2023 15:31:51
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP4 aval - Talus aval

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase initiale

Nom de la situation : Normale NNE

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Normale NNE

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γmin	1,000	Γs1	1,000	Γ's1	1,000	Γφ	1,250	Γc'	1,250	Γcu	1,300
ΓQ	1,300	Γqsl,clou,ab	1,000	Γqsl,clou,es	1,000	Γqsl,tirant,ab	1,000	Γqsl,tirant,es	1,000	Γqsl,bande	1,000
Γpl	1,000	Γa,clou	1,000	Γa,tirant	1,000	Γa,bande	1,000	Γbuton	1,000	Γs3	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 6,750; Y= 188,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

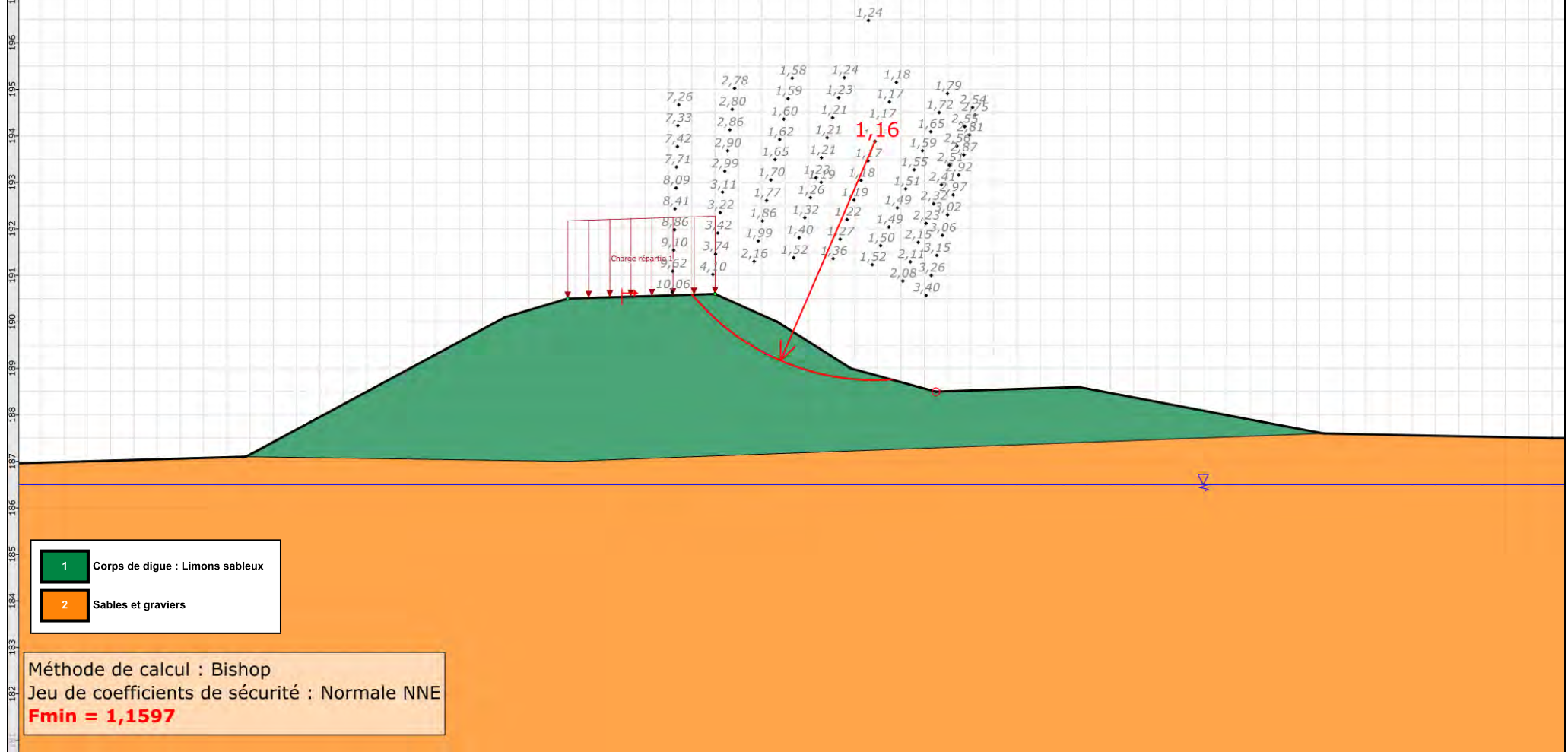
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,1597

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1127; X0= 5,44; Y0= 193,88; R= 5,14

Sol n°	1	2
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00
φ (°)	32,00	35,00
c (kPa)	2,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Phase initiale / Situation : Normale NNE



- 1 Corps de digue : Limons sableux
- 2 Sables et graviers

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Normale NNE
Fmin = 1,1597

Données de la phase 2

Nom de la phase : Sismique

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Conditions hydrauliques : Nappe phréatique

Toit de la nappe

	X	Y	Angle		X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle	X	Y	Angle
1	-65,000	186,500	0,00	2	90,000	186,500	0,00									

Données de la situation 1

Nom de la phase : Sismique

Nom de la situation : Séisme

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Extrême et accidentelles (séisme SES)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,000	$\Gamma_{c'}$	1,000	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_a,clou$	1,000	$\Gamma_a,tirant$	1,000	$\Gamma_a,bande$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 6,750; Y= 188,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Oui

Coefficient ah/g (accélération horizontale) : 0,083

Coefficient av/g (accélération verticale) : 0,000

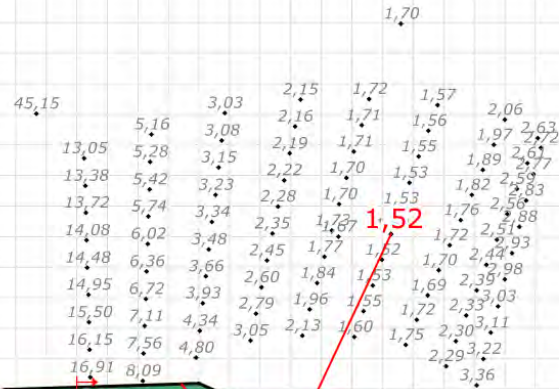
Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,5193

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1108; X0= 5,14; Y0= 193,04; R= 4,22

Sol n°	1	2
γ_w (kN/m ³)	19,00	20,00
φ (°)	32,00	35,00
c (kPa)	2,00	0,00
Δc (kPa/m)	0,00	0,00

Phase : Sismique / Situation : Séisme



1	Corps de digue : Limons sableux
2	Sables et graviers

Méthode de calcul : Bishop
 Jeu de coefficients de sécurité : Extrême et accidentelles (séisme SES)
Fmin = 1,5193

Données de la phase 3

Nom de la phase : Phase 3

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-65,000	188,600	2	-5,250	188,600						

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 3

Nom de la situation : Crue Q50

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 6,750; Y= 188,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2255

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1126; X0= 5,44; Y0= 193,88; R= 5,34

Données de la phase 4

Nom de la phase : Phase 4

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-65,000	189,100	2	-4,300	189,100						

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 4

Nom de la situation : Crue Q100

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Rare (Q30 à Q100)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,200	$\Gamma_{c'}$	1,200	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 6,750; Y= 188,500

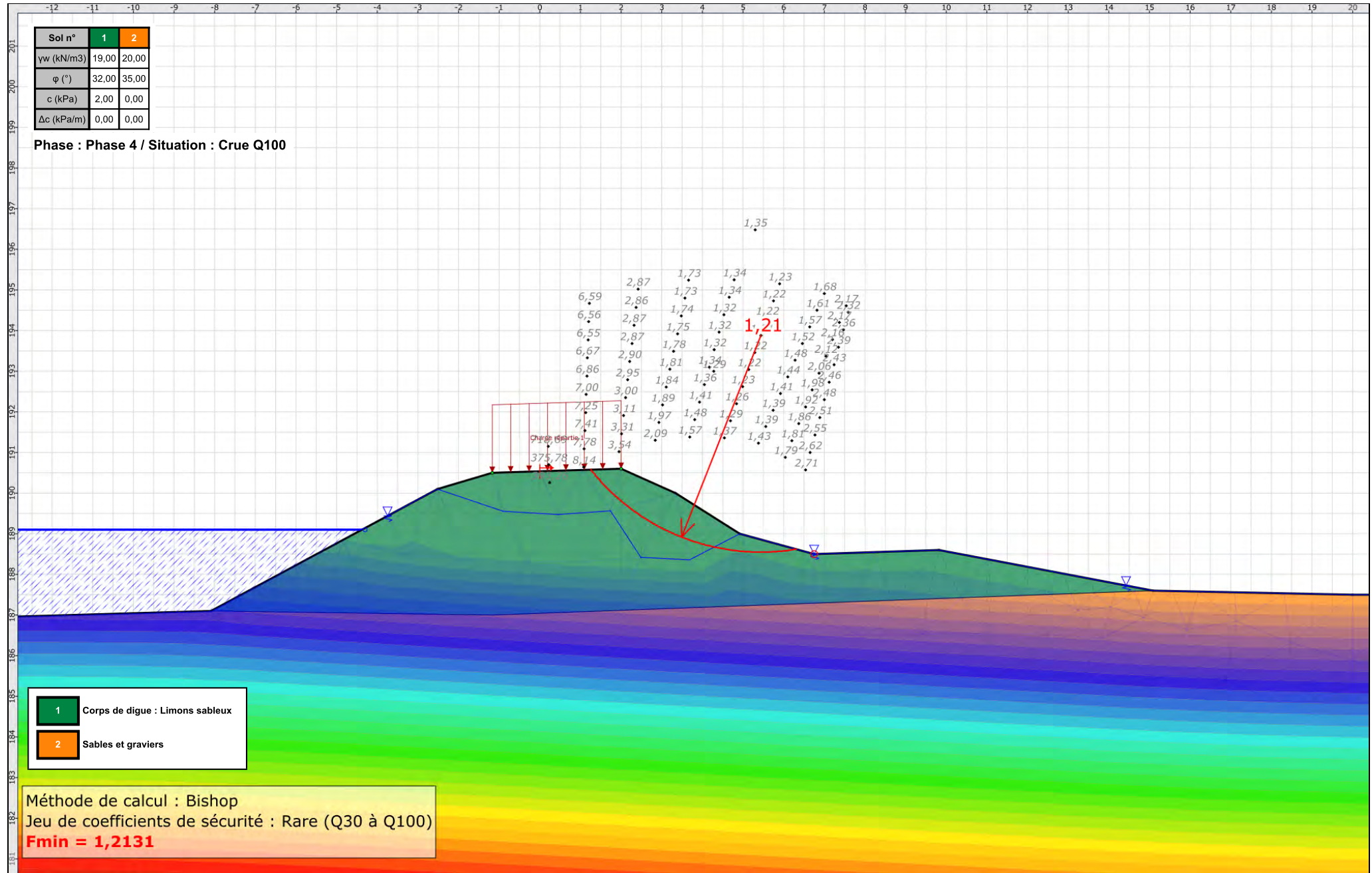
Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2131

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1126; X0= 5,44; Y0= 193,88; R= 5,34



Données de la phase 5

Nom de la phase : Phase 5

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent	
2	13	15	-	3	15	14	Sables et graviers	4	14	10	Sables et graviers	
5	10	9	Sables et graviers	6	9	8	Corps de digue : Limons sableux	7	8	7	Corps de digue : Limons sableux	
8	7	6	Corps de digue : Limons sableux	9	6	5	Corps de digue : Limons sableux	10	5	4	Corps de digue : Limons sableux	
11	4	3	Corps de digue : Limons sableux	12	3	2	Corps de digue : Limons sableux	13	2	1	Corps de digue : Limons sableux	
14	1	0	Sables et graviers	15	0	12	Sables et graviers	16	12	13	Sables et graviers	
17	1	11	Sables et graviers	18	11	9	Sables et graviers					

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Maillage triangulaire de pressions interstitielles

Découpage pour zonage : 5

Nappe extérieure

	X	Y		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	-65,000	189,400	2	-3,800	189,400						



Talren v5
v5.2.10

Imprimé le : 25 janv. 2023 15:31:53
Calcul réalisé par : GEOLITHE
Projet : AEP4 aval - Talus aval

Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 5

Nom de la situation : Crue Qex

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Exceptionnelle (Qex)

Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
Γ_{min}	1,000	Γ_{s1}	1,000	Γ'_{s1}	1,000	Γ_{ϕ}	1,100	$\Gamma_{c'}$	1,100	Γ_{cu}	1,000
Γ_Q	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
Γ_{pl}	1,000	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	Γ_{buton}	1,000	Γ_{s3}	1,200

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 0,200

Abscisse émergence limite aval : 0,000

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 6,750; Y= 188,500

Nombre de tranches : 100

Prise en compte du séisme : Non

Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2844

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 1126; X0= 5,44; Y0= 193,88; R= 5,34

